Pat 118 231 1/3 506,45 .A211 71972 Smith 177, also 178

ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCLXXVI

1878-79

SERIE TERZA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME III.

SMITHSONIAN INSTITUTION FEB 4 192 NATIONAL MUSEUM
11369 CANCELLED

ROMA
COI TIPI DEL SALVIUCCI
1879

ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

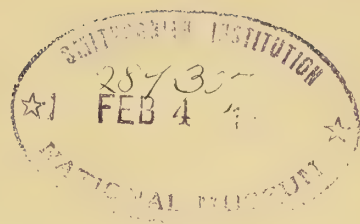
ANNO CCLXXVI

1878-79

SERIE TERZA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME III.

ROMA
COI TIPI DEL SALVIUCCI
1879

Le foci del Tevere.
Memoria del prof. GIOVANNI MORO
approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 1 dicembre 1878.

Opinioni diverse.

La ricerca delle vicende subìte dalle foci del Tevere e dal porto di Claudio, che fu così subitamente interrato dopo parecchi secoli di eccellente servizio, gioverà a rinvergare il bandolo della intricata e voluminosa matassa delle disputazioni per tal riguardo sostenute dai filologi, i quali, per mancanza di giusto avviso geologico, tanto a lungo s' arruffarono a tal proposito, nè ancora hanno finita la contesa, gli uni contro gli altri armati di Livii, Straboni, Procopii e Columelli, e Svetonii, sturbando pur la quiete del severo Catone. Tutti affatto dimenticarono quella che sarebbe stata l'arme più poderosa, la trivella, per saggiare l'età dei terreni.

Conseguentemente si emenderanno i diversi giudizî sul presunto straordinario protendimento sofferto dalla spiaggia destra del fiume nei diversi tempi, attribuito con evidente errore anche alla sinistra. Quindi perderanno importanza quelle linee che alcuni dotti geografi arbitrariamente inscrissero nella carta topografica del Delta tiberino col nome di *spiagge del mare nelle diverse epoche storiche,* in ciò seguitati dagli altri che delle foci presero a trattare fino a questi giorni, linee che conducono ad assurda conclusione non meno in rispetto alla storia che alla geologia.

Questo esame sarà non disutile commento a comprendere la narrazione di Virgilio per quanto si riferisce ai luoghi ove si svolsero i fatti degli ultimi sei libri dell'Eneide. Grammatici, storici, idraulici, archeologi e poeti vi troveranno attenenze alle loro discipline.

Claudio imperatore, il cui nome si raccomanda alla storia meglio per isplendidissime opere idrauliche da lui fatte eseguire, che pel governo dell'Imperio e della Reggia, scrittore di storie laborioso ed erudito, versatissimo in tutte le dottrine del suo tempo, circondato dai migliori artisti ed architetti greci e toscani, non si sarebbe giammai consigliato di stabilire un porto (divenuto necessario perchè l'oziosa Roma non tumultuasse per fame) sopra una spiaggia che si fosse formata a cagione di un protendimento continuato dal tempo di Anco Marzio fino a lui come vorrebbono i prelodati moderni ricercatori delle cose antiche. Egli anzi e i suoi valenti architetti allora appunto studiavano alle cause per le quali si perdeva il porto d' Ostia.

Se avessero fior di verità le linee segnate dai geografi a rappresentare i limiti del mare al tempo di Anco Marzio e di Claudio, la spiaggia si sarebbe, nelli 600 anni

corsi dal primo al secondo, avanzata per ben 3000 metri, ossia 5 metri all'anno! E però il Tevere, così continuando, avrebbe dovuto in meno di altri 100 anni interrare anche il porto di Claudio, nè mai Nerone si sarebbe condotto a terminare quella grand'opera, nè Trajano ad ampliarla con la meravigliosa sua darsena, e Costantino dopo quasi 300 anni a crescerle magnificenza e dare il suo nome a quell'emporio, che per la eccellenza del suo porto seguitò tuttavia a chiamarsi la città di *Porto*.

Atteso che il porto di Claudio continuò ad essere esercitato, almeno in parte, fino ai tempi di Pio II, oltre il 1400, come se la spiaggia fosse stata per tanto volgere d'anni quasi stazionaria, e così poco si fosse poscia avanzata che, 150 anni appresso, avendola Papa Gregorio XIII trovata protratta di 150 metri, vi costrusse la prima torre littorale, ora detta la *Torraccia*: e poichè oggidì il mare dista circa 2000 metri dalla detta torre, si avrebbe a credere che per 15 secoli il Tevere non ebbe più momento di far procedere il suo letto fuorchè per 150 metri, e in questi ultimi quattro secoli se ne sarebbe guadagnati ben 2000, rifacendosi all'opra con quel primiero vigore pel quale gli eruditi l'avevano fatto avanzare di 3000 metri in 600 anni.

Ma quella sosta e quella strana ripresa saranno esse state anomalie idrologiche del padre Tevere, salti e capricci di natura, oppure sogni e travedimenti di coloro che disputando acconciarono il processo geologico alla loro propria virtù e fantasia?

Quelli che andavano per la maggiore fra i veggenti nell'argomento, non si peritarono di accagionare di tanto interrimento, quasi improvviso, l'opera di un uomo solo, il quale riaperse nel 1612 il ramo di Fiumicino, ossia il braccio destro del Tevere, che si era naturalmente interrato.

Tali erronee opinioni furono ribadite novamente in capo degli studiosi dall'autorità di un illustre geologo romano, il quale in questi ultimi anni ripeteva sulla carta topografica le sopra accennate linee di confini marittimi, a destra ed a sinistra del fiume.

Ora mediante un colpo d'occhio dato alle condizioni geologiche, e qualche riferimento storico, sarà facile di risolvere la diuturna questione e di scoprire la reggia del padre tiberino accennata da Virgilio, il luogo ove Enea costrusse il suo primo accampamento, quello dove Anco Marzio aperse e fortificò il suo porto, la ragione dell'offizio del porto di Claudio così lungamente durato, e infine che cosa s'abbia da intendere per le parole di Virgilio: « *Tyberinaque ostia* », di Livio: « *in ore Tyberis Ostia condita* », e per quelle di Lucio Floro: « *in ipso maris fluminisque confinio* ».

Cordone litorale del Delta tiberino.

La costa scelta da Claudio era tanto antica quanto quella ove Anco Marzio aveva stabilito il suo porto: già prima di questo re la possedevano i Vejenti per l'esercizio di vaste saline in quella prossimanza del porto Claudiano che ancora oggidì è detta *Campo salino*. Di là li sloggiò, com'è noto, Anco Marzio per assicurare al suo porto la libertà di ambedue le foci tiberine.

Vi era dunque dalla parte destra del fiume Tevere una continuazione di sponda da Ponte Galera, su cui prospetta il Dragoncello dalla riva opposta, fino al luogo ove Claudio scavò il suo porto, la quale sarebbe stata formata dal fiume stesso in

epoche anteriori ad Anco Marzio, ma posteriori ad Enea; quella lingua circoscriveva da quel lato il mare che si insenava davanti ad Ostia.

Lì presso, di fronte al possedimento dei Vejenti, mediante un guado che costituiva la foce destra fra quel seno ed il mare, eravi un'isola, celebre negli antichissimi fasti di Ostia e di Roma, e già da età remote sacra con molta religione ad Apollo ed alla Dea di Pafo, foltissima di piante e allietata in ogni primavera dai giuochi Portunnali in onore del Dio dei porti: essa continuava la corona di quel seno e lo chiudeva a circa 3000 metri da Ostia. A traverso l'isola è ancora visibile ai dì nostri, in direzione da ostro a tramontana, un allineamento di cumuli, un frastagliato poggio di arene affatto dissimili da quelle della moderna alluvione, ma di natura rispondente a quelle dell'antica costa Vejentina.

Dall'altra parte, a scirocco dell'isola, dopo un guado maggiore del precedente e che formava la bocca sinistra, ripigliava un boscoso rialzo, steso fra due acque, la marina e la lagunare, fino a Laurento, ora *Torre Paderno*, e seguitando più oltre, formava poscia e chiudeva un altro seno, ove stagnava il Numicio, e in fine correva a confondersi col promontorio d'Anzio. Questo lunghissimo tombolo costituiva, in accordo coi poggetti dell'Isola Sacra e con la costa dei Vejenti, il cordone litorale del gran Delta tiberino, la cui antica origine geologica sarà dichiarata in altra *Appendice di Geologia storica ai Commenti dell'Eneide;* bastando qui di indicarne la incontestabile esistenza. Esso nella vicinanza dell'Isola Sacra, avanti allo Stagno ora detto di s. Michele dove formava sponda alla foce sinistra, non sofferse mai alcun accrescimento verso mare nel periodo della nostra età geologica, essendo anzi soggetto a corrosioni e a retrocedimento verso la torre di s. Michele contro la generale opinione finora prevaluta.

Il Delta conteneva diverse lagune che all'arrivo di Enea costituivano quel « *mare internum* » che egli avrebbe trovato, secondo i vaticinî e le tradizioni derivate forse da Dardano che dall'Italia era passato nella Frigia. Ma al tempo di Anco Marzio quel mare era già suddiviso nella baja da Ostia al mare, nella quale si comprendeva l'insenatura di s. Michele, e nello stagno che dietro ad Ostia s'allungava per finir in palude sotto a Laurento; e dalla parte di maestro si stendeva a destra del fiume un altro bacino fra il tombolo e i poggi fin verso Palo, e di cui rimase una reliquia nello stagno di Maccarese. Questi due stagni erano rimasti isolati dal fiume per l'alluvione deposta dal medesimo lungo le sue sponde, la quale su la sinistra aveva fatto uno spalto, che nel XV secolo non era ancora più largo di 50 passi « *stagnum vix passibus quinquaginta abest a Tyberi* »: scriveva papa Pio II nel 1461: il pantano della Dragona è pure un avanzo di questo antico seno di mare. Per la qual natura di luoghi potè Anco Marzio costrurre la sua strada ostiense direttamente fino al porto, passando per *l'oppidum* detto ora il Dragoncello, come accennano i residui della *via strata,* i cui venerandi selci si vanno giornalmente spezzando per farne pietrisco.

Sarebbe di non lieve interesse agli studiosi di lettere, di geologia, d'archeologia e d'idraulica il rilievo dello stato topografico del Delta tiberino considerato nelle tre età, di Enea, di Anco Marzio e di Claudio.

Tutti i rialti, che costituiscono gli accennati tre grandi lembi del cordone litorale,

sono, nella loro intima struttura, assai diversi dalle dune moderne formate dal mare e dai venti, e invece mostrano fra loro schietta comunanza di origine tanto per lo speciale colore delle arene e per la natura e la disposizione delle medesime in massa uniforme e non distribuita nei disordinatissimi strati che si osservano nel taglio delle dune, quanto per la concordanza dei fossili, tutti di acqua dolce, e per l'assoluto difetto di fossili marini. Quest'ultimo fatto, assai singolare, è tuttavia in armonia con l'origine quaternaria del Delta stesso, come nell'accennata Appendice sarà esposto. Un'altra relazione non meno interessante lega fra loro quei tre lembi, la quale risulta dalla squisitissima acqua dolce, tanto lodata da Plinio nel suo Laurento, e che trovasi esclusivamente sotto le sabbie dei detti tomboli e null'affatto nelle circostanti moderne alluvioni.

Tal'è pure la causa del fenomeno dei pozzi del Lido di Venezia, del singolare pozzo di Ostellato su la laguna di Comacchio e dell'acqua che Paolo Emilio, guerreggiando in Macedonia, come Livio ricorda, seppe far attingere, a circa 200 passi dal mare, agli acquajoli dell'assetato suo esercito, così squisita ed abbondante, che gliene venne riputazione di uomo inspirato dai numi, e gli valse la vittoria. « E « certo questa spiaggia, scriveva Plinio all'amico suo Gallo, è di una natura maravi- « gliosa. In qualunque luogo tu la prenda a scavare, ecco bella e pronta spicciare « l'acqua pura e in tanta prossimità del mare, senza neppure una venuzza di salso ». Chi è nauseato, aggiungeremo noi, per la limacciosa acqua dei pozzi di Fiumicino, può confortarsi tirandone di sotto alle sabbie quaternarie di presso ai cumuli dell'Isola Sacra.

Quell'Isola adunque formava anello su la estrema punta del Delta fra le due indicate tratte del cordone litorale, lasciando due varchi pei quali *isola* era detta, uno maggiore a sinistra e navigabile ancora ai tempi di Claudio, e altro minore al confine dei Vejenti. Quel seno interno, estendendosi in vasta laguna avanti ad Ostia, era chiamato *mare* dai Romani e dai loro scrittori perchè ivi il fiume spagliava nell'acqua salsa, soggetta anche alla marea a cagione della sufficiente ampiezza di quelle aperture. Così gli storici di Antenore chiamarono *mare* tutto il tratto della laguna veneta fino alla foce del Brenta sotto a Padova, come pure si dice oggidì di Venezia essere *fondata in mezzo al mare.*

La Baja Ostiense secondo gli storici.

Chi dall'alto del castello d'Ostia o da una delle torri del canale di Fiumicino, stenda l'occhio per tutto il tratto compreso fra Ostia e i cumuli dell'Isola Sacra, discerne una distesa di suolo, in gran parte ancora palustre, circoscritta da terreni alquanto più rilevati, i quali il geologo riconoscerà di natura diversa da quelli della bassura stessa e delle odierne alluvioni sì del fiume che del mare: in quella bassura si disegna mirabilmente l'antica baja, o, come la chiama Virgilio, la reggia, *alta domus*, del Delta tiberino.

La immensa foresta laurentina che circondava e divideva i due seni lagunari, ora stagni d'Ostia e di s. Michele, e quella tanto religiosamente rispettata dell'Isola Sacra, difendevano lo sbocco del fiume e tutto quel mare interno contro i venti di

Euro, Noto ed Affrico, lasciando soltanto verso ponente libero soffio al Favonio o Zeffiro, come ricordano gli antichi scrittori, e specialmente Dionigi d'Alicarnasso in quella parte delle sue storie che lo scrittore di questa Appendice volgeva dal Greco *parola per parola* a richiesta del venerando Cesare Balbo quando questi dettava le sue *Meditazioni storiche.* E però ivi non fu mestieri ad Anco Marzio gittar moli in mare nè alcun antemurale per la quiete del suo porto, ma soltanto una corona di torrioni in giro al medesimo per difesa contro i Corsari, come attestano le reliquie che avanzano lungo il pantano di Fiume Morto.

Qui è pregio d'opera osservare la somma diligenza dell'ora accennato scrittore, tanto lodata in quelle *Meditazioni storiche* per la precisione e la proprietà dei vocaboli in fatto di storia e di topografia. Quinci si parrà la differenza fra *sbocco* e *foci* del Tevere, differenza importantissima e per la quale soltanto si può spiegare lo straordinario e quasi improvviso insabbiamento del porto di Claudio dopo tanti secoli di libero e felice esercizio. Quando il detto storico d'Alicarnasso accenna in genere allo scarico delle acque del fiume in mare aperto egli usa sempre la parola al plurale *bocche* e *foci*: *στόματα, ἐκβολαί*, ma per indicare il luogo dove siede Ostia lo chiama costantemente col numero singolare *sbocco* del fiume, *στόμα*: anzi dice sopra *la vera, la genuina bocca, ἐπὶ τοῦ γνησίου στόματος.*

Egualmente usarono i latini scrittori Livio, Cicerone, Virgilio, Ovidio ed altri: *in ore Tyberis* fu fondata Ostia: *ante ostium tyberinum* dice Cicerone (*pro lege Manilia*), accennando alla flotta dei Corsari che nel porto d'Ostia avevano bruciate le navi romane. Il medesimo Dionisio narra di Anco Marzio, il quale vedendo come nessuna fortezza fosse *sopra le foci del Tevere*: *ἐπὶ ταῖς ἐκβολαῖς* .... si decise d'armare per uso di porto la *bocca stessa del fiume* e qui non usa più la voce plurale, ma dice: *sullo sbocco del fiume, ἐπὶ του ποτάμου στόματι.* Anzi egli nota che ivi il mare fa un ampio seno, quale sogliono avere i più eccellenti porti marittimi. Nè con tali modi si sarebbe egli espresso se avesse veduto il Tevere spagliar direttamente in aperto mare con una sola bocca; nè l'avrebbe lodato di non far banchi nè consumarsi in acque basse e paludi, come avviene, dice, a molti fiumi, e come poi, sebbene assai tardi, toccò al medesimo, poco innanzi al completo interrimento della baja.

Di questa singolar virtù del Tevere, di non far banchi in allora avanti alle foci, così contraria al suo odierno contegno, accennano i nostri scrittori che disputando su le foci del fiume pendono fra il crederlo effetto di inesplicabile privilegio del medesimo, oppure esagerata lode datagli dall'antico storico, sebbene sia tanto facile il ravvisarne le ragioni. Dionisio ben vedeva quel che prima dei nostri idraulici Guglielmini, Mengotti, Castelli, Grandis e Paleocapa, già Lucrezio aveva descritto nel lib. VI, ossia che un grande ammasso di arene di contro al flutto del fiume può ostruirne la bocca quando il mare, mosso dai venti, gli si rovina addosso con le sabbie, onde avviene che meno libera uscita ha il fiume, e la foga delle acque minore pendenza: ecco i suoi versi, degni di Virgilio:

Est quoque uti possit magnus congestus arenae
Fluctibus adversis oppilare ostia contra,
Cum mare permotum ventis ruit intus arenam:
Quo fit uti pacto liber minus exitus amni,
Et proclivus item fiat minus impetus undis.

Per contrario il Tevere, sboccando in quella tranquilla laguna, vi correva affatto padrone delle acque, espandendo di qua e di là su li suoi fianchi le arene, e per tal fatto manteneva libero corso al suo filone ed alle navi per tutta la traversata, finchè, già scarico del fardello arenoso, se ne usciva fuori con le sole torbide in alto mare.

Aggiunge lo stesso autore che quel seno era visitato soltanto dal vento di ponente, il quale, sebbene talvolta ingagliardisse, non molestava i navigli fermi avanti alla bocca del fiume (τῷ στόματω) mentre travasavano il carico negli alleggi per navigare in su fino a Roma. Per tale fatto il medesimo ci rammenta le sopra accennate difese che prestavano i boschi su gli altri lati della baja, salvo che nel tratto di costa che era aperto ai venti di mare per l'evaporazione delle saline dei Vejenti.

Quasi le medesime parole adopra Strabone nel lib. V dove accenna alla grande comodità degli alleggi per le navi onerarie prima che entrassero nella bocca del Tevere per indi vogare e tonneggiare fino a Roma. Al qual proposito, tanto al Muti, al Fea, al Rasi e al Nibby, quanto ai loro seguaci, ignari tutti dell'esistenza di questa deliziosa laguna in cui si specchiava la splendida città, che i cittadini di Roma chiamavano *la divina,* resta a dimandarsi qual mai agevolezza di alleggiamento avrebbe Strabone potuta lodare fuori in pieno mare e sotto il capriccio dei venti.

Procopio nelle sue *Memorie* scritte sotto Giustiniano fermava la misura dell'Isola Sacra, la quale poscia seppe il Nibby riconoscere per un buon terzo minore dell'attuale, senza punto notare la somma importanza idraulica e storica di tale topografica indicazione.

Da siffatte testimonianze acquista fede quello storico che a quest'isola, un dì tutta boscosa, dava il grazioso titolo di « *Libanus alma Veneris* », e così il Volpi che nelle sue *Antichità latine* dice che quell'isola sin dai secoli più rimoti era consacrata dagli Ostiensi ad Apollo.

La Baja secondo i poeti.

Dagli storici passando ai poeti, la quistione si fa più interessante e meglio ancora si chiarisce. Virgilio, che sopra tutti fu zelante ricercatore delle antiche memorie, mise nelle sue descrizioni tutta la verità che la sua attenta osservazione gli rivelava. Uno dei più insigni maestri in geologia, Élie de Beaumont, tanto apprezza l'autorità di Virgilio che, nella disputa sul Reno antico, se cioè questo fosse ad una o a due foci, cita il verso del poeta:

Exstremique hominum Morini Rhenusque bicornis

e soggiunge che per geografia crede più informato Virgilio che Cesare lo storico. Cornigeri erano detti i fiumi, che dopo di essersi allargati in laguna presso il mare, ne uscivano quinci fuori con una o più foci; e però anche il piccolo Numicio aveva l'onore delle corna come il Tevere, il Po, il Reno e il Nilo. L'appellativo *bicornis* valeva per Élie de Beaumont come documento geologico nelle sue considerazioni sul Reno antico.

Virgilio adunque finge che Enea veda ciò ch'egli stesso aveva per gran parte ancora sott'occhi. Giunto l'eroe troiano alle spiagge di Lavino vide uscir a mare una

torbida e grossa fiumana di mezzo a grandi selve di lecci: il Tevere, che in magra non sarebbe forse stato avvertito da Enea a cagione della lentezza delle sue acque in su l'uscir della Baja dove era già più mare che fiume, erasi allora per divina disposizione gonfiato in grande piena, sì che le sue foci correvano vorticose e torbide di molta melma, ma non tanto che le navi non vi potessero imboccare. Enea vi poggia dentro e va ad approdare al lato opposto della baja, su la sinistra della vera bocca del fiume. Quivi riconosce i luoghi, la terra dagli oracoli promessa, e costruisce l'accampamento con muro e fossa verso terra, ed una porta che guardava a Laurento e s'apriva in vicinanza della riva lagunare. Quel luogo oggi ha nome di Dragoncello, ed è chiaramente designato dal poeta là dove il giovinetto Niso accenna al bivio fuor della porta vicino al mare « *proxima ponto* » e fronteggiante il campo dei nemici. Poco dopo ivi si dice che i Trojani avevano disposta la vigilanza maggiore sulla loro sinistra, ossia sopra le mura e la fossa, perchè a destra erano difese dal fiume, avendo la laguna sul davante « *dextra cingitur amni* ». Nè mancano tradizioni che accennano al nome di *Troia*, dato all'*oppidum* ivi fabbricato da Enea per accompagnamento.

Una notte, mentre tutti si riposavano, Enea solo vegliava, lungamente agitato per gli apparecchi di guerra che Turno gli moveva addosso: e finalmente sul mattino pigliò sonno. Gli appare allora una divinità che lo incoraggia a salir il fiume fino alla sede di Evandro, ossia al monte Palatino, e gli si offre di scortarlo, rivelandosi pel ceruleo Tebro, delizia degli Dei, che ivi tiene la sua grande dimora, e tragge le origini da nobilissime contrade:

Hic mihi magna domus, celsis caput urbibus exit:

ciò detto, sparì celandosi nel lago, in fondo alla sua magione:

Dixit, deinde lacu fluvius se condidit *alto*.

E così nel libro IX le navi convertite in ninfe si affondano come delfini « *aequora ima petunt* », e poi sorgono a spavento dei Rutuli « *pontoque feruntur* ».

Ora qual profondo lago vi poteva essere presso le foci tiberine fuorchè una baja interna o il mare stesso? Ma nè la reggia del dio Tebro poteva essere in casa di Nettuno, nè il mare poteva dirsi lago. Nè si può confondere col Numicio, perchè questo trovavasi al di là di Laurento, sotto la futura Lavinio (ora Pratica di mare) nel luogo oggi detto i Pantani di campo Jémini, ed apparteneva al Dio onde aveva nome, detto esso pure *cornigero* da Ovidio nel libro 3° dei fasti per la ragione più sopra riferita. Enea destossi tutto commosso e invocò fiducioso le Ninfe laurentine e il Dio del fiume al quale supplicando, ma non più in sogno, disse: « Da qualunque fonte scendano le acque *al lago* che alberga te, così pietoso di noi, qualunque sia la contrada onde tu esci sì leggiadro, tu sarai sempre da me onorato, o cornigero signore delle acque Esperidi ». Quindi Enea con due navi piglia a montar il fiume, non più torbido ma ceruleo: e trovando per la cessata piena quelle acque tranquille come stagno o palude, egli crede aver così disposto il Dio tiberino per iscemar fatica ai rematori: questi intanto vogano fra le tortuose e boscate ripe del fiume, e coi remi tagliano le imagini degli alberi riflessi dall'onda lucente.

E però meglio non poteva il poeta indicarci il fiume, la baja e le foci tiberine,

delle quali avvisossi Enea perchè il Tevere correva in grande piena, e tuttavia potè superarle, laddove fu necessario che la piena rimettesse perchè le navi potessero salire il fiume. Poscia Enea, ritornando al suo campo con la flotta di Tarconte, parte da Agillina (i cui ruderi vedonsi nei pressi di Palo e Palidoro) e percorre la laguna, oggi stagno di Maccarese, per arrivare alla bocca del Tevere sotto al Dragoncello ove erano i Trojani. In tutto questo viaggio Enea non esce in alto mare, nè, come la prima volta, rientra per la foce sinistra del fiume. Ciò conferma l'opinione generale dei geologi su l'antico sbocco del fiume a ponte Galera, i quali nondimeno non avvertirono la laguna del Delta tiberino chiuso dal cordon litorale, quaternario.

Lo stesso poeta nel libro X accenna alla palude laurentina ricca di cignali, e nel libro XII dice che la vasta pianura si estendeva fin sotto a Laurento: e questa non era altro che lo stagno d'Ostia, non ancora, come adesso, tutta colmata di melme, e che, esaminando il terreno, si riconosce ancora fin presso alle ruine di Laurento.

E quando Enea mandò un'ambasciata al re Latino chiedendo asilo, questi rispose che essi erano alle rive del cercato Tevere, e già ne stavano nel porto. « *Portuque sedetis* », ma porto non poteva essere nè il mare aperto, nè il fiume, nel quale le navi non avrebbero potuto stallare in tempo di piena, ma bensì quel seno, quella baja, che offriva loro sicurissimo rifugio, quel porto naturale che fu in appresso lodato dallo storico d'Alicarnasso.

Nè men di Virgilio ci soccorre Ovidio nella bisogna, quando descrive l'arrivo della grandissima nave che portava dall'Asia minore, a salute di Roma, il colossale simulacro di Cibele. Per causa di grande siccità sopravvenuta, il Tevere era disceso in grande magra, e più non poteva, col peso e con la spinta delle sue acque, mantenere alle sue foci il solito fondo contro le correnti litorali: e però quella nave s'era arenata in sul toccare le foci, ossia là dove il fiume, come dice il poeta, si divide per gettarsi in alto mare e nuotare in campo più aperto:

Ostia contigerat qua se Tyberinus in altum
Dividit, et campo liberiore natat.....

E perchè i suoi futuri Commentatori, dopo 18 secoli, non pigliassero equivoco in credere accennato il porto d'Ostia in quella parola *ostia*, il poeta si cura di aggiungere che gli antichi chiamarono propriamente *foci tiberine* quello dei due bracci che era più vasto ed usciva da sinistra in mare.

. . . . Tyberina priores
Ostia dixerunt unde sinister abit.

Che se alcuno per quel *sinister* intendesse una piega, un gomito in cui il fiume voltasse su la sua sinistra presso l'imboccatura del porto d'Ostia, sarebbe smentito dalla topografia stessa, per la quale è ancora facile di rilevare che l'angolo del fiume era fatto dal suo piegarsi *a destra*: anzi tanto già era in quel senso progredito al tempo di Claudio che minacciava di venire sopra al nuovo porto; onde Claudio lo deviò con le fosse di cui è cenno nella lapide monumentale di Porto, e per cui tanto si travagliarono gli archeologi e gli idraulici per determinarle: alcuno farneticando si condusse a dire che da quelle ebbe cominciamento il ramo destro del Tevere, ossia

il canale di Fiumicino, là dove ne esce tanto ovvio il senso della lapide quando bene si riguardi alla vera condizione topografica di quel tempo. Nè il poeta, così sollecito per determinare il luogo dell'arenamento, avrebbe tralasciato di nominar il porto d'Ostia « *in ore Tyberis* »: invece chiaramente dice che soltanto da che, per divino intervento, e per far fede della castità della vestale Claudia, la nave fu da questa vergine scagliata di su quel passo, potè la medesima giungere poscia all'angolo del fiume dove era Ostia « *fluminis ad plexum veniunt* », e là passarono la notte popolo e sacerdoti.

Se v'era dunque un corno sinistro del fiume, non poteva mancare un destro dall'altra parte, già esistente prima che l'imperiale Idraulico vi scavasse il suo porto: esisteva cioè la foce tra l'Isola Sacra e la terra Vejentina, e questo ci è ricordato anche da Procopio, dove dice: « *Utrobique Tyberis navigabilis est, parsque amnis dextra in portum evolvitur* », vale a dire che il ramo destro comunicava con la darsena trajana per la fossa ivi scavata da questo imperatore, fossa tanto male confusa da alcuni eruditi con quella dal medesimo tentata per procurare al Tevere un diversivo pei campi vaticani dedotto da ponte Milvio a sboccare di nuovo nel fiume verso *Ponte Rotto*, dove era la traccia di altra fossa che Livio ci ricorda ivi scavata da Anco Marzio per difesa non idraulica, ma militare.

E se, come dice Ovidio, il Tevere usciva di quella bocca per nuotare più al largo, vi doveva pur essere un seno in cui esso già prima nuotasse a minor agio: e siccome nessun poeta di buon gusto avrebbe mai detto che un fiume, ristretto fra le sue ordinarie sponde, *nuota nelle sue acque* ossia nel fiume stesso, così invece è grazioso fior di poesia quel nuotar del biondo Tevere a traverso la laguna e poscia dentro al ceruleo mare. Men di tutti sarebbe caduto in sì fatta pecca Ovidio che per la sua spontaneità può dirsi il Metastasio antico, e, come questo, è sempre elegante e schivo delle stentate antitesi nel suo naturalissimo poetare; esso poi aveva anche innanzi agli occhi e fiume ed Ostia, e laguna, isola, foci e mare, e i romani stessi i quali l'udivano e come lui avevano occhi per vedere, e buon gusto per offendersi di concetti stentati ed ineleganti.

Avanzamenti dello sbocco del Tevere.

Se pertanto v'era la vasta laguna Ostiense, e più oltre quella di Numicio, necessità era che tra questa e il mare corresse il Tombolo a difesa delle medesime, ossia quello stesso che ancora vediamo distendersi dalla sinistra del Tevere fin quasi a Porto d'Anzio, e che mai non fu dal mare scavalcato. E così anche per una costa d'Inghilterra, dice il La Bèche che il basso cordone litorale del Devonshire non fu mai oltrepassato dal mare; lo stesso dice del Chesil-bank che per 16 miglia unisce all'Inghilterra l'isola di Port-land. E siccome quei cordoni e i nostri del Circeo, di Venezia e di Comacchio, e quello del Nilo sono tutti fra loro contemporanei e di eguale origine, già sospettata antichissima da Élie de Beaumont, non si può negare la stessa ragione anche a questo del Delta tiberino, nè credere invece che esso soltanto da un torno di quattrocento anni abbia cominciato a levarsi fuor del mare, mentre al contrario esso è tutto mostrante antichissimi ruderi da Ostia fin presso a Porto

d'Anzio, miseri avanzi di Laurento e delle splendidissime ville dei romani. Anzi, quasi tutti quei cordoni sono in via di corrosione e disfacimento lungo tutti i mari, e non già in corso di formazione a mo' delle dune, come credette un illustre Geologo romano.

Ed assai profonda doveva essere la baja lagunare di Ostia, se per tanti secoli bastò a dar ricetto alle alluvioni sabbiose del fiume. Vero è che il Tevere e molti altri fiumi delle coste d'Italia erano in antico meno portatori di melme e d'arene, quantunque più assai voluminosi di acque, a causa della somma venerazione per le selve, mantello e difesa dei monti, e in pari tempo rigorosa chiamata delle piogge. Distrutti i boschi per far della legna carboni, e dei luoghi pasture, dappoichè fu assai dismessa la laboriosa cultura dei campi, il Tevere corse sempre vie più torbido, e tale è ora anche quando non è in escrescenza. Virgilio, ognor fedele alla natura, accenna che il Tevere usciva molto torbido « *multa flavus arena* », all'arrivo di Enea davanti alle foci, ma correva ceruleo poscia che s'era rimesso dalla pienara.

A tal riguardo, importa anche di distinguere i materiali che costituiscono la torbidezza del Tevere, attissima a colmate perchè meno degli altri è portatrice di arene. Esso non è torrente se non là dove dall'Alpe di Serra scende ai piani di Perugia: non è quello che i francesi, con vocabolo di senso speciale, chiamano *rivière* qual sarebbe l'Arno, quando navigabile e quando magro e gretoso. Ma esso è vero fiume reale, e li suoi impostimi su per le gradinate di Ripetta e sotto Roma lungo i cigli della sponde, sono melme argillose, tanto più fine e grasse quanto meno è lontano il mare. Di tutte le sue torbide le parti terrose arrivano bensì talvolta a costituire un ventesimo della corrente, come risulta da assai ripetuti saggi, fatti e da privati e da commissioni governative, ma di questo carico stesso meno di un ventesimo sono le arene che, giunte a mare, ivi rimangono indietro ad accrescere la spiaggia. Il coloramento delle acque marine che in tempo di piena del Tevere si estende sotto scirocco o sotto maestrale fino a Porto d'Anzio o fino a Civitavecchia, ci rivela che quell'alluvione è portata tutta in alto ed ivi colata a fondo per plasmare e preparare nuove rocce allo studio dei geologi delle età future: alla spiaggia rimangono i detriti insolubili e più pesanti, i lavati granellini delle arene che il mare butta fuori, dopo essersene cibata la grascia, in balìa e a giuoco delle sue correnti. Onde non è meraviglia che sì a lungo si protraesse la colmata della baja ostiense.

La più parte dei moderni scrittori delle vicende dei porti di Ostia e di Claudio si accordano nell' osservare che le protrazioni della spiaggia alle foci del Tevere, a partire dai secoli remoti fin giù intorno al 1400, non furono che di circa un decimetro per anno: negli ultimi 400 anni la spiaggia avrebbe, secondo essi, subìto un così rapido avanzamento, che, come da principio è esposto, fu creduto progredire di quasi sei metri all'anno! Di tutto questo straordinario protendimento, per quanto riguarda la spiaggia di Fiumicino, ove interrossi e rimase indietro più chilometri il Porto di Claudio, fanno colpa al Maderni che riaperse quel canale nel 1612. Ma qual ragione faranno essi all'eguale aumento subìto anche dalla rispettiva spiaggia dell'Isola Sacra, verso la quale mai non si volgono le arene di Fiumicino, dirette sempre verso la destra di quello sbocco? Egli è fuori di dubbio che, quando pure il Maderni nulla avesse innovato, quelle arene che passarono e tuttora passano per Fiumicino, sarebbero venute per l'altro maggiore ramo della fiumana e si sarebbero distese con viaggio un

po' più lungo, ma tutte *sempre a destra* allungandosi in su verso Palo, mentre soltanto le torbide vanno a perdersi in alto mare. Ma essi, ragionando dall'effetto apparente, dissero: *post hoc, propter hoc,* però che non indovinarono l'esistenza della laguna e il grande fenomeno geologico intervenuto al Delta del Tevere, pel quale l'Isola Sacra si sposava per un istante al continente, donde presto divorziolla il Maderni per salvare la navigazione a Roma.

Quegli scrittori, non avvisando neppure alla preesistenza dell'Isola Sacra, del Tombolo a sinistra della fiumana e dell'altro corrispondente da Porto a Palo, supposero che le torri di Boacciano e di s. Michele indicassero l'avanzamento a cui si trovava la spiaggia marittima di sinistra al tempo della loro costruzione, come infatti ciò fu per le altre torri costrutte sulla destra da Porto a Fiumicino: e però non videro che quelle due torri segnavano solamente il progresso della sponda destra di fronte alla preesistente sinistra, ossia il solo avanzamento dello sbocco del fiume nella laguna lungo la sinistra sponda della medesima. Essi furono tratti in errore da un'iscrizione che vedesi al sommo della porta del Fortilizio di s. Michele, costrutto da Michelangelo; in essa si legge:

PIVS V. ANNO MDLIX
HANC TURRIM CUM ALIIS QUINDECIM
IN LITORE MARIS ETC.

Per quelle parole *in litore maris* fu dal Rasi e da altri più serî scrittori creduto che ivi a quel tempo fosse per ambedue le sponde il limite più avanzato della spiaggia marina, e però i geografi ne trassero argomento a segnare quelle loro linee di cui fu detto da principio. Essi non badarono che quelle parole *in litore maris* non si riferiscono alla stessa torre, ma alle altre quindici altrove fabbricate fuori sul mare, lungo la spiaggia romana. Che se il mare fosse stato a lambir la torre di s. Michele, l'epigrafista, che forse fu il Buonarotti stesso, non avrebbe mai, per quanto ingenuo fosse, scritto su la sua torre che essa fu costrutta su quella spiaggia del mare dove essa si trova, perchè alcuno non dubitasse che il fosse altrove, come adoprò quello zelante Gonfaloniere, in altre pagine accennato, il quale fece affiggere al frontone di un nuovo teatro comunale le seguenti memorabili parole:

Questo teatro fu fabbricato
qui
l'anno 183 ......

Colmata della Baja.

Per contrario, tutte le osservazioni geografiche dimostrano che la spiaggia sinistra del Tevere non sofferse giammai alcun protendimento, ma si trova in continua corrosione nel tratto presso la foce, e retrocede verso s. Michele. Questo fatto fu anche riconosciuto dall'ing. F. Costa, il quale avendo misurata la distanza dalla torre al mare nel 1864, cioè 14 anni dopo le misure del Cavalieri, vi trovò la mancanza di 26 metri, della quale non seppe darsi ragione, e parve sospettasse delle misure precedenti.

Oggidì, meglio che per lo passato, appare a qualunque occhio, anche poco fatto alle

inspezioni geologiche, l'antichissimo terreno, il quaternario, nel punto della spiaggia più prossimo alla sinistra del fiume, stato discoperto pel lavoro di corrosione operato dal mare, il quale vi distrusse una buona parte del Tombolo, sì che lì presso si vedono sterrate le radici di annosissimi ginepri, i quali attendono il loro istante per essere via travolti nelle correnti litorali. Quivi, al pian del mare, non più sabbia, ma argilla turchina e banchi di antichissima torba con voluminosi rocchî e ceppaie di querci e castani sepolti in quel letto: e su questi i tenacissimi cesti di carici e scirpi combattersi coi fiotti del mare e contendere loro la distruzione di quel suolo, che pochi anni or sono faceva parte del tranquillo seno interno riparato dal Tombolo. Agli antropologi può essere caro di esaminar la parte occipitale di un cranio umano che dall'incompleta sutura appare spettasse ad un fanciullo di circa 12 anni: esso fu levato da quel terreno semitorboso che ora il mare sta distruggendo, là dove forse giacque parecchie centinaia di secoli. Quest'osso ha un colore di noce scuro dentro, e fuori è lucido così che pare verniciato: esso senza dubbio appartiene ad un testimonio del gran mare interno, forse ad un pastorello degli Aborigeni, pianto perduto da sua madre e travolto in una piena di quell'immenso Tevere quaternario che correva fra il Gianicolo e il Tarpeo all'altezza dell'*intermontium*, dove depose quei detriti fluviali osservati dal Brocchi e sui quali sorge la statua equestre di M. Aurelio.

Le sabbie, tolte via dalla corrosione, furono distese lungo la medesima spiaggia fin verso Torre Paderno, dove non produssero ancora che un centinaio di metri di avanzamento sui bassifondi della medesima; e si può affermare che quanto vi fu aggiunto nell'epoca moderna altro non è se non ciò che fu tolto presso la sinistra della fiumana, però che dall'interno del mare, come sarà dimostrato nell'Appendice *Della natura dei venti*, non vengono a spiaggia se non che le arene di risacca.

La qualità delle arene di questa spiaggia palesa la loro origine differentissima da quelle di Fiumicino, mostrandosi esse evidentemente quaternarie e postplioceniche: hanno grana più grossa con predominio di frammenti quarzosi, piccoli cristalli di pirossene nero, pezzetti di olivina e luccicanti pagliuzze di mica, le quali materie, comechè più pesanti, più abbondano nelle vicinanze dello sbocco del fiume, e tanto che colà vi si raccoglie la bellissima sabbia nera da scrivani. Tutto ciò ricorda l'alluvione dei tempi in cui ardevano con liquide eruttazioni i vulcani laziali, alluvione ben differente da quella che ora si depone avanti all'Isola Sacra. L'illustre prof. Ponzi dichiarò, in alcune delle sue dottissime Memorie, di aver rilevato un carattere pliocenico nelle arene della spiaggia d'Ostia: ciò era una preventiva ricognizione di quanto qui si afferma.

Questo fenomeno di corrosione e retrocessione a sinistra cominciò quando il fiume ebbe avanzato il suo sbocco fino all'altezza ove stava il limite della spiaggia stessa, ossia dacchè il medesimo potè restringere quella foce con alluvioni deposte sul lembo dell'Isola Sacra. Allora il vigoroso filone della fiumana operò contro i venti di traversìa come un solido capo che avanzato in mare vi faccia offizio di spartiacqua, e ciò a cagione del flutto convergente di cui sarà dato conto speciale al proposito della tempesta di Enea, nella quale Virgilio spiegò perfetta conoscenza delle forze che la natura adopera ne'suoi grandi commovimenti.

Quanto giovi alle ricerche archeologiche quel ramo di studî che il Lombardini chiama *Geologia storica*, non altrimenti meglio si discerne quanto dagli errori in cui

può talvolta incappare l'archeologo affatto digiuno di quelle dottrine: e qui più ancora appare di fronte alle conclusioni a cui essi vennero per comune ignoranza intorno all'esistenza della laguna tiberina, e della suprema fase per la quale essa finiva di scomparire sotto la colmata.

Imperocchè questo fatto che ottenne compimento tra Ostia e il mare in sul 1600, aveva mutato e cominciato a far perverse e fatali le condizioni idrauliche del Delta tiberino, principal causa della malaria di questo tratto dell'agro romano, il quale, or sono poco più di 350 anni, era ancora così abitabile che Raffaello vi decorava la villa papale di Magliana, mentre il piano sotto Ardea già dai tempi di Plinio era malsano e abbandonato. Tale condizione idraulico-geologica il Nilo già da più secoli innanzi l'aveva conseguita, e fu causa della rovina di Pelusio: il Mississipí l'ha oggidì quasi raggiunta: laddove il Po e l'Adige per la potenza e la costanza dell'uomo dovettero uscirsene fuori dal cordone litorale del loro Delta, senza avere finora potuto colmare le lagune di Comacchio e di Venezia che tuttavia stanno sotto continua minaccia.

Chi svolge i volumi della storia o legge i marmi idrometrici di Ripetta o le lapidi sulla facciata della Minerva, apprende come nello spazio di circa 100 anni, dal 1495 al 1598, avvennero le più grandi innondazioni del Tevere quali nè prima nè dopo furono mai ricordate sì frequenti ed eguali. D'allora cominciò ad intristire e a disertarsi la città di Porto, finchè il saraceno Barbarossa finì di distruggere gli abitanti e le loro dimore.

Allora non era ancora del tutto emersa la sponda destra del fiume da Ostia al mare, ma si preparava celeremente di sott'acqua mediante lo espandimento delle arene e la colatura delle melme nelle acque basse e già quasi stagnanti, finchè pei suddetti cataclismi, e per essere stata intermessa ogni cura al fiume, si cominciò quasi d'improvviso un nuovo governo per quelle acque.

Dagli scrittori di quel tempo già si comincia a parlare di stagni e paludi, i quali ognun sa che non si formano già dove un fiume sbocca direttamente in mare e ne sente lo sbattimento delle onde, ma sempre dentro al perimetro del cordone litorale. Il padre Gio. Battista Maffei, negli *Annali di Gregorio XIII*, come testimonio oculare in sua gioventù, dice che gli Algerini venuti sopra Ostia sbarcarono intorno allo stagno di Fiumicino: il Bellori, poco dopo al Maffei, nella *Vita dell'architetto Fontana*, ricorda che alla foce d'Ostia per la deposizione del fiume venivano a cagionarsi diverse lagune ed isolette.

Il Dio tiberino adunque aveva esso stesso distrutta la sua reggia: esso si guastò per troppa grascia, per troppa preda rapita ai monti, come già l'alma sua città per troppo rubamento fatto alle nazioni dell'universo. Così fu compiuta la colmata della già deliziosa laguna, salvo un ultimo brandello che ancora l'attesta davanti all'Isola Sacra e vi forma un fomite di pestilenza per Fiumicino: per le quali vicende il fiume, incassato fra le sponde, sofferse ad un tratto un allungamento di più chilometri di cammino e uscì a mare con tutto il fardello delle sue arene, investendo irreparabilmente la spiaggia ove s'apriva il superbo porto di Claudio. Conseguentemente per consenso dell'allungato cammino si rialzò il letto del fiume dal mare a Roma, furono agevolati gli strabocchi delle piene, largamente cresciuti a destra ed a sinistra i ristagni, e finalmente compita con la malaria l'opera di devastazione per la quale le armi di

Roma già avevano fatto del Lazio un grande cimiterio di città intorno ad un superstite monumento, qual'è Roma stessa.

Per le condizioni sopra esposte parrebbe ormai dimostrato che due sempre furono le foci del Tevere, ben distinte e da principio assai lontane dalla bocca propria del fiume stesso: che un'ampia e amenissima laguna stava fra il mare ed il porto d'Anco Marzio: che l'Isola Sacra sorgeva a chiudere la laguna verso mare, quale anello di congiunzione dell'antico cordone litorale che circoscriveva il Delta tiberino: infine che la sponda sinistra della fiumana non sofferse mai avanzamento nell'età geologica moderna, e trovasi invece soggetta a corrosioni e mostra scopertamente la natura del suo terreno quaternario, non arenoso, ma argillo-torboso. E per riguardo a Claudio sembra pure provato che egli stabilì il suo porto seguendo regole d' arte le più esemplari e scavandolo sopra un'antichissima spiaggia, che, come fino allora era stata, pareva dover ancora per moltissimi secoli rimanersi immune da quel protendimento arenoso, che, per legge naturale dei fiumi, cominciò ad avanzarsi e togliere a quella spiaggia la possibilità di mai possedere un porto degno di Roma, e ciò fra il 1400 e il 1600 dell'êra nostra, ossia tosto che ebbe terminato di colmare la sua laguna.

Sulla diffusione del Cerio, del Lantano e del Didimio.

Memoria del Socio ALFONSO COSSA

letta nella seduta del 1 dicembre 1878.

Intento a ricercare per mezzo dell'analisi micro-spettrale la presenza di composti di didimio in sezioni sottili di alcuni minerali e roccie, potei osservare dei fatti nuovi relativi alla diffusione dei tre metalli: cerio, lantano e didimio nelle apatiti, in diverse specie di calcare e negli esseri organizzati. Un brevissimo cenno preliminare delle mie prime osservazioni su questo argomento fu già comunicato all'Accademia de' Lincei negli ultimi giorni del passato agosto, e per mezzo del comm. Q. Sella e del prof. E. Fremy all'Accademia delle Scienze di Parigi nella sua seduta del 2 settembre.

La descrizione dettagliata dei fatti che prima furono soltanto accennati, e l'esposizione dei risultati delle ricerche ulteriormente intraprese, formano appunto il tema di questa Memoria. Esporrò le osservazioni e le esperienze eseguite nell'ordine seguente:

I. Ricerche sulle apatiti, che oltre a quella già nota di Jumilla, osservate collo spettroscopio presentano la linea d'assorbimento caratteristica del didimio.

II. Scoperta della presenza del cerio, lantano e didimio in molte apatiti che non offrono il carattere ottico dello spettro d'assorbimento.

III. Scoperta della presenza di piccole quantità dei metalli della cerite [1] nei calcari, nelle ossa e nelle ceneri delle piante.

IV. Determinazione della quantità complessiva di ossidi di cerio, lantano e didimio contenuta nella scheelite di Traversella.

V. Produzione artificiale di scheelite didimifera e preparazione del tungstato di didimio cristallizzato.

VI. Descrizione e misura degli spettri d'assorbimento di alcuni minerali didimiferi.

I. Nel 1846 Wöhler [2] trovò che alcune tra le apatiti di Arendal nella Norvegia e specialmente quelle compatte e colorate in rosso od in verde, contengono rinchiuso meccanicamente e in modo non uniforme, dal 2 al 3 per cento di un altro

[1] Colla denominazione di *metalli* della *cerite* intendo sempre di accennare esclusivamente ai tre metalli Ce, La, Di.

[2] *Ueber den Kryptolith.* Poggendorff Annalen. Vol. LXVII pag. 424.

minerale cristallizzato costituito da fosfato di cerio e da lui chiamato *criptolite* (¹).
Si separa la criptolite dall'apatite mediante l'acido nitrico diluito nel quale il nuovo minerale è insolubile. La criptolite non fu trovata dal Wöhler in tutte le apatiti di Arendal e nemmeno in quella bianco-giallognola compatta di Snarum. Lo stesso autore avendo osservato che nella soluzione nitrica delle apatiti di Arendal contenenti criptolite, si trovavano ancora traccie di ossido di cerio, conchiuse che o la criptolite non è del tutto insolubile nell'acido nitrico diluito, oppure le apatiti di Arendal contengono un altro minerale di cerio solubile. Questo dubbio rimane chiarito dalle mie ricerche dalle quali risulta che tutte le apatiti da me analizzate, nelle quali sono pure comprese quelle della Norvegia, contengono fosfati di cerio, lantano e didimio uniti molecolarmente al fosfato di calcio.

Qualche anno dopo le ricerche di Wöhler, e precisamente nel 1851, R. Weber (²) per incarico di Gustavo Rose sottopose ad un diligentissimo esame chimico l'apatite bianco-giallognola compatta di Snarum nella quale il Wöhler non aveva osservato la presenza della criptolite. L'autore trovò che questa apatite contiene traccie di ossidi di cerio e d'ittrio che egli raccolse e pesò insieme all'ossido di ferro.

Nel 1872 Carlo Horner con brevissimi cenni pubblicati nel *Chemical News* (³) fece conoscere d'aver osservato mediante lo spettroscopio la linea nera caratteristica del didimio in alcuni campioni di piromorfiti dell'Inghilterra. A proposito di questo annunzio Church (⁴) nello stesso anno dichiarò d'aver egli stesso trovato traccie di criptolite nell'apatite di Jumilla (⁵).

Tuttociò che si conosce fino ad oggi intorno alla presenza dei metalli della cerite nelle apatiti, si limita a quanto ho riferito. Pertanto nella storia della composizione delle apatiti rimangono ancora inesplorati i punti seguenti.

Oltre quella di Jumilla sonvi altre apatiti che presentano lo spettro caratteristico del didimio?

Il didimio nell'apatite è accompagnato dal cerio e dal lantano?

I metalli della cerite si trovano nelle apatiti esclusivamente sotto forma di criptolite, o anche molecolarmente combinati al fosfato di calcio?

Le apatiti che collo spettroscopio non svelano la presenza del didimio, sono affatto prive di questo metallo e degli altri due ai quali esso è quasi sempre associato?

(¹) La criptolite secondo l'analisi del Wöhler ha la seguente composizione centesimale:

Ossido di cerio	73,70
Ossido ferroso	1,51
Anidride fosforica	27,37
	102,58

Questo minerale pertanto è una varietà della monazite.

(²) *Analyse des Apatits von Snarum.* Poggendorff Annalen. Vol. LXXXIV pag. 306.

(³) *On the presence of didimium in certains specimens of pyromorphite.* Chem. News. Vol. XXVI pag. 109 e 285.

(⁴) Chem. News. Vol. XXVI pag. 130.

(⁵) De Luna aveva già osservato nel 1866 la presenza del cerio nella apatite di Jumilla. — Compt. Rend. Vol. LXIII pag. 220.

Nelle osservazioni che ho potuto finora eseguire ho trovato che impiegando un piccolo spettroscopio tascabile, oltre quella di Jumilla (Murcia) presentano, osservate per riflessione o trasparenza, la linea nera caratteristica del didimio le apatiti seguenti:

1. Apatite in frammenti cristallini, di color giallo verdognolo (aspargolite) nel talco verde. — Greiner, Zillerthal, Tirolo. (Dall'ing. Pisani di Parigi).

2. Apatite cristallizzata di color giallo verdognolo. Nel granito. — Miask. Governo di Oremburgo, Russia. (Dall'ing. Pisani).

3. Apatite bianca, lamellare, compatta, di Bamble, Norvegia. (Dai campioni inviati all'Esposizione di Parigi dalla Ditta Frolich e figlio di Stoccolma, come saggio di materia prima per la confezione di concimi artificiali) [1].

4. Apatite cristallizzata verde del Canadà. (Dall'ing. Pisani).

La varietà di questa apatite che si trova in cristalli ben terminati di color giallo-verde presenta uno spettro più intenso della varietà più comune dell' apatite del Canadà, che è colorata in verde carico.

5. Apatite in grossi cristalli di colore verdastro. — Urali, Governo di Perm. (Dall'ing. Pisani).

6. Apatite cristallizzata di color giallo chiaro, perfettamente diafana. — Cerro Mercado, Messico. (Dal prof. Friedel).

7. Apatite di Cabo di Gates, Spagna, in cristalli diafani di colore giallo traente al verde. (Dall'ing. Pisani).

8. Apatite cristallizzata di color bianco giallognolo. — Monte Somma, Napoli. (Nella collezione mineralogica del Valentino, campione segnato col num. 18476 e coll'indicazione: « donato da Q. Sella »).

9. Apatite bianco-giallognola compatta, di Snarum, Norvegia. (Dall' ingegnere Bertrand di Parigi).

10. Apatite cristallizzata di color giallo verdognolo. — Monte Caprera, Spagna (Nel Museo mineralogico dell'Università di Torino n. 2152).

11. Apatite cristallizzata di color verde pallido associata alla fluorite ed alla calcite. — Long-Pond, New York. (Nel Museo mineralogico dell'Università di Torino n. 7400).

12. Apatite cristallina di color bianco giallognolo, associata alla mica. — Grottaferrata. (Nel Museo mineralogico dell'Università di Torino n. 2150).

[1] Secondo le indicazioni che accompagnavano i campioni esposti nella Sezione Norvegese, l'apatite di Bamble, che è adoperata in grande quantità come concime, ha la seguente composizione:

Anidride fosforica	41,17
Calce	52,10
Cloro	traccie
Ossido ferrico	traccie
Magnesia ed allumina	2,53
Silice	3,87
Acqua	0.33
	100,00

13. Apatite cristallina di color giallo-verde. — Estremadura. (Nel Museo mineralogico dell'Università di Torino n. 2154).

14. Apatite cristallizzata di color acqua marina. — Flammond, New York. (Nel Museo mineralogico dell'Università di Torino n. 7865).

L'associazione del cerio, lantano e didimio finora sempre osservata nei minerali, ci permetterebbe di ritenere come sicura la coesistenza del cerio e del lantano nelle apatiti che dall'esame spettrale appariscono didimifere. Tuttavia per togliere ogni dubbio sottoposi le apatiti di Snarum, Bamble e del Canadà alle operazioni seguenti. Sciolsi circa venti grammi di minerale finamente polverizzato nell'acido nitrico diluito; ed alla soluzione filtrata e non troppo acida aggiunsi, agitando continuamente, una soluzione concentrata di acido ossalico in una quantità molto minore di quella corrispondente alla calce disciolta nel liquido. I metalli della cerite si condensano nella prima porzione del precipitato, essendo i loro ossalati quasi insolubili nei liquidi acidi. Il precipitato lavato completamente viene calcinato e ridisciolto nell'acido nitrico diluito. Aggiungendo ammoniaca alla soluzione acida, si precipitano gli idrati dei metalli della cerite insieme a traccie d'idrato ferrico non completamente eliminato sotto forma solubile dall'acido ossalico. Si ridiscioglie questo precipitato in poca acqua acidulata con acido nitrico. Coll'acido solfidrico si eliminano le traccie di piombo che per avventura vi si potrebbero trovare; nella soluzione filtrata e concentrata aggiungendo acido ossalico si ottiene un precipitato bianco caseoso, che diminuisce rapidamente di volume, diventa cristallino e si raccoglie in fondo al recipiente. Questo precipitato osservato per riflessione con un piccolo spettroscopio presenta ben distinte le linee nere α e β caratteristiche del didimio. La mescolanza degli ossidi dei tre metalli ottenuta dalla calcinazione degli ossalati, e riconosciuta affatto priva di manganese, si scioglie completamente nell'acido cloridrico svolgendo cloro e la soluzione dapprima di color giallo diventa affatto incolora (proprietà caratteristica dei composti ceroso-cerici che si convertono in combinazioni cerose).

La soluzione cloridrica liberata dall'eccesso di acido, mescolata con una soluzione satura di solfato potassico produce un precipitato cristallino bianco traente leggermente al rosa, insolubile in un eccesso della soluzione del solfato alcalino (solfati doppî di potassio e di cerio, lantano e didimio). Questo precipitato si scioglie nell'acqua acidulata con acido cloridrico, e la soluzione neutralizzata con ammoniaca dà origine ad un precipitato bianco che a poco a poco per l'esposizione all'aria assume un colore giallo canario (proprietà caratteristica dell'idrato ceroso che si trasmuta in idrato ceroso-cerico). Questi idrati calcinati e sciolti in poche goccie di acido nitrico concentrato danno coll'acido ossalico un precipitato giallo che diventa ben presto bianco (le soluzioni ceriche presentano questo fenomeno). Finalmente gli ossidi derivanti dalla calcinazione degli ossalati trattati con poche goccie d'acido solforico concentrato danno una soluzione di colore aranciato carico, la quale diluita con acqua, depone una polvere di color giallo di cromo (sottosolfato ceroso-cerico). Queste reazioni mettono fuori d'ogni dubbio l'esistenza del cerio nelle apatiti analizzate.

Per convicermi della presenza del lantano, non potei appigliarmi a nessun altro carattere all'infuori di quello sicurissimo dello spettro luminoso fornito dalla scintilla prodotta da un forte apparecchio d'induzione e attraversante la soluzione cloridrica degli ossidi ottenuti nel modo che ho sopra descritto. Tutte e tre le apatiti sperimentate mi diedero degli ossidi la cui soluzione offriva nettamente il sistema di strie brillanti caratteristiche dello spettro elettrico del lantano [1].

Osservando col microscopio cristalli affatto trasparenti delle apatiti didimifere di Jumilla, Cerro Mercado, Cabo di Gates e del Greiner, non si nota nemmeno nella luce polarizzata alcun difetto di omogeneità. Perciò rimane esclusa la possibilità che la presenza dei metalli della cerite si debba sempre attribuire ad un minerale speciale, la criptolite, intercluso nell'apatite. A ciò si aggiunga che nelle mie esperienze gli ossidi di cerio, lantano e didimio furono trovati nella soluzione delle apatiti nell'acido nitrico diluito. Però, come ho già ricordato, si possono dare delle apatiti, e ne sono esempio quelle di Arendal, che contengono i metalli della cerite anche sotto forma di criptolite.

II. Le apatiti che osservate collo spettroscopio non presentano la linea nera caratteristica del didimio, non possono essere giudicate, in base a questo solo criterio negativo, prive dei metalli della cerite. Invero il didimio vi si potrebbe trovare in quantità così piccole da sfuggire all'osservazione spettrale. Anzi potrebbe darsi il caso che apatiti, le quali risultano a primo aspetto prive di didimio, contengano il cerio ed il lantano in quantità eguale ed anche maggiore a quella contenuta nelle apatiti visibilmente didimifere. La maggior parte delle combinazioni omologhe finora conosciute del cerio, lantano e didimio sono isomorfe, e questi tre metalli si possono trovare pertanto uniti in proporzioni variabili in uno stesso genere di combinazione, come accade della calce, della magnesia e dell'ossido ferroso in un carbonato romboedrico.

Le apatiti apparentemente prive di didimio da me analizzate sono le seguenti:

1. Apatite bianca cristallina nella clorite, di Ala di Stura (Piemonte).
2. Apatite del Gottardo in cristalli incolori.
3. Apatite in grossi cristalli opachi di colore bianco. Snarum (Norvegia).
4. Apatite rossastra compatta, di Bamble (Norvegia).
5. Apatite compatta, rosea di Krageroe (Norvegia).
6. Apatite rossa compatta, di Brevig (Norvegia).
7. Staffelite, di Staffel (Nassau).
8. Apatite della Cava Resurrecion (Spagna).
9. Apatite in cristalli di color ametista, Schlaggenwald (Boemia).
10. Apatite in cristalli verdi della stessa località.

[1] Per l'osservazione dello spettro luminoso del lantano mi giovai della Memoria seguente di Thalen. *Om Spektra tillhörande Yttrium, Erbium, Didym och Lanthan* — K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Stockholm, 1874. Vol. XII fas. 4°.

11. Apatite in cristalli rosei, di Sauberg (Sassonia).
12. Apatite in cristalli verdi della stessa località.
13. Fosfati fossili di Lancrans presso Bellegard nella valle del Rodano.
14. Osteolite bianca polverulenta, di Germania (?)

Di ciascuno di questi minerali trattai una quantità che variava dai 50 ai 100 grammi nel modo descritto nel paragrafo antecedente, e in tutti potei rintracciare con sicurezza la presenza dei metalli della cerite.

Trattando nello stesso modo 45 grammi (quantità di cui poteva disporre), di wagnerite cristallizzata ottenni un risultato negativo.

Tenendo conto dei risultati delle esperienze ed osservazioni che ho finora descritto, la storia degli studî sulla composizione dell'apatite si può dividere nei seguenti periodi:

Nel 1788 Klaproth e Vauquelin riconoscono che l'apatite è composta di acido fosforico e di calce.

Nel 1790 Pelletier e Donadei trovano il cloro ed il fluoro nell'apatite fibrosa dell'Estremadura.

Nel 1827 le analisi di Gustavo Rose dimostrano che il cloro ed il fluorio sono elementi essenziali di tutte le apatiti.

Nel 1851 Weber riconosce la presenza di traccie di cerio nell'apatite di Snarum.

Nel 1872 Horner e Church riconoscono con un mezzo ottico la presenza del didimio in un'apatite di Spagna.

Ora, se le mie ricerche saranno confermate da persona più di me autorevole, si potrà aggiungere, che i metalli della cerite, si trovano in piccole quantità in *tutte* le apatiti.

III. La presenza dei metalli della serie del cerio in un minerale molto diffuso di calcio e la loro associazione al fosforo mi fece nascere il dubbio che questi metalli si potessero pur ritrovare in piccola quantità anche nelle diverse varietà di calcare e specialmente poi nelle ossa dove il calcio come nella apatite è unito al fosforo. In tutte le esperienze che ho eseguito coll'intento di risolvere il quesito propostomi mi sono fatto carico scrupoloso della necessità di usare le massime precauzioni per allontanare ogni sospetto che il risultato positivo delle ricerche intraprese si potesse attribuire alla presenza di traccie di cerio, lantano e didimio nei reattivi o nei recipienti impiegati nelle diverse operazioni analitiche. I reattivi si riducono ai seguenti: acqua, acido nitrico diluito, ammoniaca ed acido ossalico. Ho sempre adoperato acqua diligentemente distillata anche quando eseguii le mie indagini sopra quaranta chilogrammi di calcare. L'acido nitrico era affatto privo d' ogni materia eterogenea. Una sol volta adoperai dell'acido che conteneva traccie di acido cloridrico. Anche l'ammoniaca e l' acido ossalico erano puri; la prima evaporata ed il secondo calcinato non lasciavano alcun residuo. Come recipienti adoperai degli ampî bacini di gres di fabbrica inglese e nuovi, di capsule di porcellana della fabbrica di Bajeux, di imbuti e di fiale di vetro di Boemia. Le traccie di piombo che incontrai nei

risultati di alcune ricerche provenivano dagli agitatori che sono ordinariamente fatti con cristallo molto fusibile. Per abbondare nelle cautele, dovendo procurarmi dell'ossido di didimio per le ricerche indicate nel paragrafo quinto di questa Memoria, feci eseguire il trattamento della cerite di Bastnaes nel laboratorio di chimica tecnologica che è affatto separata da quello in cui feci le indagini analitiche dirette a rintracciare la presenza dei metalli della cerite.

Relativamente al metodo d'analisi nulla ho da notare all'infuori della necessità di sciogliere completamente il calcare, giacchè se l'acido fa difetto, il calcare polverulento può precipitare insieme all'ossido ferrico anche gli ossidi dei tre metalli della cerite. È inoltre necessario di eliminare nelle ultime fasi delle operazioni analitiche ogni traccia di piombo e di manganese i cui ossalati sono poco solubili nei liquidi acidi.

Analizzai i calcari seguenti:

1. Marmo saccaroide di Carrara.
2. Calcare conchiglifero della provincia di Avellino.
3. Deposito stalattitico che otturava quasi totalmente un tubo di terracotta di un acquedotto romano trovato in uno scavo presso Cividale nel Friuli.

Le due esperienze fatte con circa due chilogrammi di calcare saccaroide di Carrara dimostrarono in questa roccia la presenza di piccolissime quantità dei metalli della cerite. Un chilogrammo di calcare conterrebbe, secondo le mie analisi, approssimativamente due centigrammi di ossalati di cerio, lantano e didimio.

Per rendere più evidenti le reazioni caratteristiche dei tre metalli rari, feci una terza esperienza sciogliendo nell'acido nitrico quaranta chilogrammi di marmo. Potei così osservare che il calcare di Carrara oltre ai tre metalli della cerite contiene eziandio traccie d'ittrio. Ho separato questo corpo dal cerio, lantano e didimio mediante il solfato potassico.

Ho trovato traccie di cerio, lantano e didimio anche negli altri due calcari, anzi il calcare conchiglifero d'Avellino ne contiene in maggior quantità del marmo di Carrara.

Tre esperienze fatte sulle ossa, e precisamente con due chilogrammi circa di polvere di ossa calcinate e lavate che si adoperano per fare le coppelle, usate nei saggi delle leghe d'argento, svelarono in esse la presenza dei metalli della cerite.

Condussero pure ad un risultato positivo due esperienze fatte per rintracciare questi metalli nelle ceneri. Scelsi a questo scopo le ceneri del faggio e quelle ottenute dalla combustione di otto chilogrammi di orzo. La quantità dei metalli rari contenuti nell'orzo è più piccola di quella riscontrata nel legno del faggio. È importante di notare a questo riguardo che nelle ceneri dei grani d'orzo il fosfato magnesiaco supera di molto quello di calcio. Nel paragrafo antecedente accennai come in cinquanta grammi di wagnerite (fosfato magnesiaco) non potei riscontrare alcun indizio sicuro della presenza del cerio, lantano e didimio (1).

In base ai fatti osservati rimane sempre più confermata l'associazione del cerio,

(1) Posteriormente alla presentazione di questa Memoria il dott. Ricciardi mio assistente trovò pure la presenza dei metalli della cerite nelle ceneri del tabacco.

lantano e didimio al calcio e si può ritenere che questi metalli appartengono ai radicali semplici più diffusi in natura e che entrano nella composizione normale degli esseri organizzati.

IV. L'unica analisi che io conosco della scheelite di Traversella è quella pubblicata già da varî anni da F. A. Bernouilli ([1]), il quale attribuisce a questo minerale la composizione seguente:

Anidride tungstica	80, 70
Ossido di calcio	19, 25
	99, 95

Nel 1873 Horner annunciò d'aver osservato collo spettroscopio l' indizio della presenza del didimio nelle scheeliti di Traversella e del Cumberland ([2]).

Da due ricerche qualitative che io ho eseguito sulla varietà più comune della scheelite di Traversella, risultò che questo minerale, come era da aspettarsi, oltre al didimio contiene pure cerio e lantano. Feci poi tre analisi per determinare la quantità complessiva degli ossidi dei tre metalli ed ebbi i risultati seguenti:

In 10 grammi di minerale	grammi	0,021	di ossidi di Ce, La, Di.
In 16	»	»	0,036	»
In 19	»	»	0,042	»

Pertanto la scheelite di Traversella contiene in media 0,22 per cento di ossidi di cerio, lantano e didimio. Ho sospettato che questi tre metalli potessero trovarsi nella scheelite allo stato di fosfati o di fosfotungstati, ma l'analisi non mi ha rivelato alcuna traccia di anidride fosforica. — Il minerale destinato per l'analisi quantitativa fu accuratamente scelto colla lente, e ridotto in polvere finissima, fu trattato fino alla sua completa decomposizione con una miscela di acido nitrico e cloridrico. I tre metalli furono separati e dosati nel precipitato prodotto dall' ammoniaca nella soluzione acida dalla quale si era completamente deposta l'anidride tungstica.

Analizzando la scheelite compatta di Meymac (Corrèze), la quale non svela collo spettroscopio la presenza del didimio, vi ho pure trovato i tre metalli della cerite, però in quantità molto più piccola di quella riscontrata nella scheelite di Traversella.

V. È noto che Manross ([3]) ottenne artificialmente della scheelite cristallizzata fondendo ad elevatissima temperatura un miscuglio di tungstato sodico con un eccesso di cloruro di calcio. Dopo alcune prove ho trovato che si ottiene più facilmente ed in cristalli più grossi la scheelite artificiale fondendo un miscuglio di tungstato calcico amorfo ottenuto per doppia decomposizione e di cloruro sodico fuso.

([1]) *Ueber Wolfram und einige seiner Verbindungen*. Poggendorff Annalen. Vol. CXI pag. 573.
([2]) Chemical News; Vol. XXVIII pag. 282.
([3]) Annalen der Chem. u. Pharm. Vol. LXXXI pag. 243.

Aggiungendo a questo miscuglio piccole quantità di tungstato di didimio ottenni dei cristalli di scheelite che esaminati col microscopio riuscirono perfettamente trasparenti e presentavano coll'oculare spettroscopico di Browning la linea nera d'assorbimento caratteristica del didimio, come i cristalli di Traversella.

Non furono ancora descritti i tungstati neutri di cerio, lantano e didimio. Nel *Dizionario di chimica* del Wurtz (volume terzo, 1878, pag. 528) all'articolo *Tungsteno* redatto da Willm, si accennano solamente i metatungstati di questi metalli studiati da Scheibler il quale attribuisce al metatungstato ceroso la formola: $Tu_4\ O_{13}\ Ce + 10\ H_2\ O$.

Io ho ottenuto il derivato neutro didimico dell'acido tungstico ordinario $H_2\,Tu\,O_4$ nel modo che ora descrivo.

Prima di tutto preparai una soluzione di nitrato di didimio puro. L'ossido di didimio ricavato dalla cerite di Bastnaes e liberato con ripetuti trattamenti con acido nitrico diluitissimo della maggior parte dell'ossido di cerio, fu convertito in solfato e sottoposto a ripetute cristallizzazioni. Precipitai frazionatamente la soluzione del solfato coll'acido ossalico, e l'ossalato didimico convertito nuovamente in nitrato fu liberato da ogni traccia di cerio con la magnesite. L'ossido di didimio scevro di cerio e trasformato in solfato fu disciolto in poca acqua ad una temperatura che variava da 0° a 10° gradi. Con dodici cristallizzazioni successive ho separato i cristalli meno solubili ed incolori di solfato di lantano. Il solfato di didimio fu di nuovo precipitato frazionatamente coll'acido ossalico, e la prima porzione di precipitato fu convertita in ossido ed impiegata per la preparazione dei sali di didimio puri. Questo ossido sciolto nell'acido cloridrico non forniva più, coll'osservazione spettrale, alcuna traccia delle linee brillanti caratteristiche del lantano. Trasformai porzione dell'ossido in solfato anidro, e sottoponendo all'analisi due saggi di questo sale ottenni i risultati seguenti.

I.

Grammi 0,341 di solfato anidro di didimio diedero: grammi 0,4135 di solfato di bario corrispondenti a gr. 0,14196 di anidride solforica. In 100 parti di sale: 41,63 di anidride solforica.

II.

Grammi 0,315 di solfato anidro di didimio diedero: grammi 0,3825 di solfato baritico corrispondenti a grammi 0,1313 d'anidride solforica. In 100 parti di sale: 41,68 di anidride solforica.

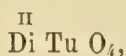
La quantità centesimale teorica di acido solforico sarebbe:

I	41,55	$(\overset{IV}{Di} = 144{,}78$ Mendelejeff) $\overset{IV}{Di_2}\ (SO_4)_3$
II	41,66	$(\overset{II}{Di} = 96$ Marignac) $\overset{II}{Di}\ SO_4$
III	41,12	$(\overset{IV}{Di} = 147{,}01$ Clève) $\overset{IV}{Di_2}\ (SO_4)_3$

I risultati delle mie analisi concorrerebbero pertanto a rendere più probabili i pesi atomici del didimio ammessi da Mendelejeff e Marignac in confronto di quello recentemente proposto dal Clève.

Convertii l'ossido didimico che riconobbi puro in nitrato, e ad una soluzione acquosa mediocremente concentrata e calda di questo sale aggiunsi in eccesso una soluzione egualmente calda ma non troppo concentrata di tungstato sodico. Si produsse un precipitato di color bianco roseo gelatinoso che non diventò cristallino anche dopo essere stato per più giorni in contatto col liquido dal quale si è deposto. Il precipitato lavato perfettamente ed essiccato a 100° fu riscaldato fortemente finchè non perdeva più in peso.

Da un saggio quantitativo fatto disaggregando con carbonato sodico grammi 0,325 di questo precipitato ottenni grammi 0,102 di ossido di didimio puro, invece di grammi 0,104 che avrei dovuto ottenere attribuendo al tungstato didimico amorfo ed anidro la formola:

$$\overset{II}{Di}\,Tu\,O_4,$$

omologa a quella che esprime la composizione della scheelite. Si deve pertanto ritenere che può esistere un tungstato di didimio simile per la sua costituzione chimica al tungstato calcico [1].

Riscaldai per quattro ore consecutive ad una temperatura molto elevata una mescolanza di tungstato neutro di didimio, ottenuto nel modo ora descritto, con un eccesso di cloruro sodico fuso e finamente polverizzato. Dopo avere lasciato raffreddare molto lentamente il crogiuolo trovai che tutto il cloruro sodico si era completamente volatilizzato e che il fondo del crogiuolo era ricoperto di bei cristalli ottaedrici di un colore giallo roseo e costituiti da tungstato di didimio puro. Apparentemente questi cristalli sembrano appartenere al sistema dimetrico. Mi propongo di preparare nuovi cristalli di tungstato di didimio per aderire all'onorifica offerta fattami dall'illustre cristallografo Q. Sella, di determinarne le costanti cristallografiche.

VI. Gladstone per il primo nel 1858 [2] osservò che una soluzione diluita di nitrato di didimio intercetta alcuni raggi luminosi producendo uno spettro interrotto da due linee nere, e consigliò di approfittare di questa proprietà ottica come di un carattere distintivo nella ricerca qualitativa dei composti didimici. Pertanto lo studio e l'applicazione all'analisi chimica degli spettri d'assorbimento precedette di qualche anno le memorabili scoperte di Bunsen e Kirchhof sugli spettri luminosi dei metalli.

Nel 1862 Rood [3] esaminò una soluzione concentrata di nitrato di didimio

[1] Nelle ricerche fatte intorno alla composizione e preparazione del tungstato di didimio fui aiutato dal signor Enrico Grimaldi che è attualmente prof. di chimica nell' Istituto tecnico di Girgenti e dal mio allievo ingegnere Mario Zecchini.

[2] On an optical test for didymium. Chem. Soc. Journ. Vol. X pag. 219. — Non ho potuto leggere in originale questa Memoria del Gladstone.

[3] *On the spectrum afforded by solution of nitrate of didymium* (from a letter of prof. O. N. Rood to dr. Wollcott Gibbs. — Silliman's American Journ. of Science. Vol. XXXVI serie 2ª pag. 129.

sotto uno spessore di 19 pollici e vi notò dodici linee d'assorbimento differenti per ampiezza ed intensità. Il disegno che accompagna la breve Nota del Rood non è fornito di una scala divisa in parti eguali e da esso si può apprendere solamente che le dodici linee sono distribuite nel modo seguente: cinque piccole linee a sinistra di D nella parte meno refrangibile dello spettro, una linea molto ampia ed intensa tra D ed E, due tra E ed F e quattro nell' intervallo compreso tra F e G.

Lo studio più esatto e dettagliato dello spettro d'assorbimento del didimio fu eseguito da Bunsen (1) il quale osservò: 1° Che a parità di concentrazione le soluzioni di differenti sali di didimio presentano spettri eguali quando sono esaminati cogli ordinarî spettroscopî ad un solo prisma, mentre offrono delle piccolissime variazioni quando l'analisi ottica è fatta con uno spettroscopio a più prismi. 2° Che il solfato didimico presenta spettri alquanto diversi secondochè la luce attraversa la soluzione acquosa oppure il sale cristallizzato. 3° Che osservansi pure delle variazioni nello spettro di un cristallo di solfato di didimio secondochè questo è attraversato da luce ordinaria o polarizzata.

La Nota pubblicata da Erk nel 1871 (2) sullo spettro di una soluzione di nitrato didimico non contiene nulla di nuovo.

Relativamente al grado di sensibilità del carattere ottico fornito dalle soluzioni di didimio, Bühring trovò che in una soluzione acquosa osservata sotto lo spessore di 52 centimetri lo spettroscopio può ancora scoprire $\frac{1}{21739}$ di solfato didimico cristallizzato, ossia $\frac{1}{46296}$ di ossido di didimio (3).

L'opera classica di Lecoq de Boisbaudran sugli spettri luminosi (4) contiene una descrizione minuziosa degli spettri d'assorbimento di due soluzioni di cloruro di didimio aventi un diverso grado di concentrazione ed ambedue osservate a traverso uno spessore di millimetri nove e un terzo.

Da quanto ho sommariamente indicato apparisce che mentre si può ritenere sufficientemente studiato in tutti i suoi dettagli lo spettro d' assorbimento dei sali più comuni del didimio (cloruro, solfato, nitrato) nulla ancora si è fatto relativamente alla misura degli spettri dei minerali didimiferi. Questo studio, al quale per il primo (5) mi accingo, riesce a mio parere importante perchè non solo contribuisce ad aumentare il numero dei caratteri distintivi di alcuni minerali, ma mette eziandio

(1) *Ueber die Erscheinungen beim Absorptionsspectrum des Didyms.* Poggendorff's Annalen. Vol. CXXVIII (1866) pag. 100.

(2) Journ. für prakt. Chemie. Vol. VII serie 2ª pag. 107. Per estratto: Fresenius Zeitschrift für analyt. Chemie. Vol. X pag. 480.

(3) Journ. für prakt. Chemie. Vol. XXI serie 2ª pag. 209.

(4) *Spectres lumineux, spectres prismatiques et en longuers d'ondes* Paris 1874, pag. 87 del testo e tavola XIII dell' atlante.

(5) In un opuscolo pubblicato a Londra nel 1873 col titolo: *On spectrum analysis as applied to microscopical observation*, W. T. Suffolk dà un disegno dello spettro della parisite, ma non lo accompagna con alcuna descrizione e misura. D'altronde il disegno è così mal eseguito che non riproduce nemmeno approssimativamente quanto si osserva nello spettro della parisite.

in evidenza le variazioni che si riscontrano nello spettro del didimio secondo la diversa forma di combinazione nella quale questo metallo trovasi contenuto nei minerali.

I minerali didimiferi dei quali finora ho potuto studiare e disegnare gli spettri d'assorbimento sono: la parisite, la turnerite e la scheelite di Traversella. Riguardo ai metodi di osservazione e di descrizione degli spettri mi sono attenuto a quanto è indicato nell'opera pregevolissima e poc'anzi citata del Lecoq de Boisbaudran. Solamente come sorgente luminosa invece del fascio di fili di platino resi incandescenti da un getto di gaz, trovai più comodo di valermi della lampada a riverbero dei piccoli apparecchi di projezione conosciuti col nome di *Sciopticon*. Questa lampada era alimentata da petrolio in cui avevo disciolto una piccola quantità di canfora.

Le lamine dei minerali venivano incollate mediante balsamo del Canadà sopra una lastrina di vetro, e collocate nel centro di un diaframma di cui si poteva modificare l'apertura a seconda dell'ampiezza e la trasparenza delle lamine osservate [1]. Osservazioni preliminari mi hanno assicurato che il sottile strato di balsamo del Canadà a cui aderivano i minerali non alteravano affatto lo spettro continuo della sorgente luminosa. Le osservazioni furono eseguite con un buon spettroscopio a visione diretta e di un potere dispersivo di poco superiore a quello degli spettroscopî che si adoperano comunemente nelle ricerche chimiche.

I punti di cui mi sono servito per graduare il mio spettroscopio e per il calcolo d'interpolazione delle lunghezze d'onda sono indicati nel prospetto seguente, nel quale i simboli **M** e λ indicano rispettivamente le divisioni del micrometro del mio spettroscopio e le lunghezze d'onda corrispondenti espresse in milionesimi di millimetro.

	M	λ	Osservazioni
K α	41.5	768.0	
B (Sole)	61.0	686.7	
Li α	65.7	670.6	
H α	71.0	656.2	
Cd γ	75.5	643.8	
Zn	78.6	636.1	
Li β	89.6	610.1	
Na	100.0	589.2	Metà delle due linee del Sodio.
Cu γ	106.4	578.2	
Cu δ	111.5	570.1	
Pb γ	117.8	560.7	
Ag α	127.8	546.4	
Tl	136.6	534.9	
Ag β	148.6	520.8	
Cd α	159.9	508.5	
H β	183.5	486.1	**F** nello spettro del Sole.
Cd δ	208.6	467.7	
Sr δ	219.5	460.7	
Cs α	227.0	455.9	
In α	234.5	451.1	

[1] Nell'allestimento degli apparecchi necessarî alle mie osservazioni spettroscopiche fui molto coadiuvato dall'opera intelligente ed assidua del mio assistente dottor Benedetto Porro.

PARISITE

La parisite, secondo le analisi di Damour e Deville (Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, volume LIV pag. 271) contiene 9,58 per cento di ossido di didimio. La sua densità è = 4,35.

Acquistai la parisite di cui mi sono servito nelle mie osservazioni dall' ingegnere Bertrand di Parigi; essa proviene da Santa Fè (Nuova Granata). Preparai tre lamine secondo la direzione della più facile sfaldatura, cioè normalmente all' asse ottico. Quella di cui segue la descrizione dello spettro, che è pur disegnato nella fig. 1, ha uno spessore di millimetri 0,26. È perfettamente trasparente, ha un colore giallo molto pallido ed esaminata col microscopio non presenta alcun difetto d'omogeneità.

Nelle mie descrizioni chiamo sistema α il complesso delle linee nere che sono comprese nella zona corrispondente alla larga fascia α caratteristica delle soluzioni didimiche. Distinguo poi con α^{I} α^{I} α^{III} ecc. le diverse linee del sistema non già nell' ordine decrescente della loro intensità ma bensì secondo l'ordine col quale esse procedono verso la parte più rifrangibile dello spettro.

Lamina dello spessore di millimetri 0,26 (fig. 1).

		M	λ	
α	α^{I}	102,8	584,2	*Margine destro.* Va fortemente decrescendo in intensità fino alla divisione 101,5 in cui coincide il margine sinistro di questa linea.
	α^{II}	105,5	579,5	*Metà apparente.* È la più intensa delle linee del sistema α. Occupa una divisione del micrometro; presenta una diminuzione pochissimo sensibile di intensità verso il suo margine destro.
	α^{III}	107,0	577,1	*Metà apparente.* Ha un aspetto nebuloso ed occupa appena lo spazio di circa un quarto di divisione.
	α^{IV}	109,0	573,9	*Margine destro.* Occupa una divisione. La sua intensità è eguale alla α^{I}. Va decrescendo poco sensibilmente in intensità verso il suo margine destro.
	β	148	521,4	*Margine destro.* Occupa due divisioni. Decresce assai leggermente in intensità verso sinistra.
		150	519,3	*Centro.* Linea assai poco pronunciata, d'aspetto nebuloso con margini poco bene distinti. Occupa appena mezza divisione.
		205	469,9	*Metà apparente.* Fascia poco pronunciata; occupa lo spazio di due divisioni,

Osservando una lamina di parisite dello spessore di soli quindici centesimi di millimetro lo spettro si riduce al solo gruppo α le di cui linee ridotte sottilissime coincidono colle seguenti divisioni del micrometro:

α^{I}	103	
α^{II}	105	È la più marcata.
α^{III}	—	Manca quasi totalmente.
α^{IV}	108	

TURNERITE

Questo raro minerale di cerio, si ritrova in cristalli piccolissimi nel Delfinato, nei Grigioni e nel Vallese. Children che ne fece per il primo un saggio qualitativo lo ritenne composto di magnesia, calce, poco ferro e silice. Dana riconobbe il suo perfetto isomorfismo colla monazite. Recentemente Pisani [1] assegnò alla turnerite la seguente composizione centesimale:

Anidride fosforica	28,4
Ossido di cerio e di lantano	68,0
	96,4

La quantità approssimativa di ossido di lantano è di 8,9 per cento. Certamente la piccolissima quantità di materiale (13 milligrammi) impedì al Pisani di scoprire e molto meno di separare l'ossido di didimio, la di cui presenza nella turnerite si rende però evidentissima anche quando si osserva questo minerale con un piccolo spettroscopio tascabile. Giudicando dall' intensità e dal numero delle linee d' assorbimento dello spettro osservato col mio spettroscopio, si dovrebbe ritenere che la turnerite è un minerale molto ricco di didimio.

Le misure da me fatte dello spettro della turnerite si riferiscono ad un cristallino del peso di undici milligrammi, di colore giallo di miele, perfettamente diafano, proveniente da Val Nalps nei Grigioni.

Ecco i dettagli dello spettro disegnato nella fig. 2. Lo spessore del cristallo attraversato dalla luce è di millimetri 1,21.

	M	λ	
α^{I}	82,5	626,9	*Centro.* Sottilissima; copre appena il reticolo del cannocchiale.
α^{II}	94	600,9	*Margine sinistro.* È più intensa della linea precedente; occupa lo spazio di mezza divisione.
	96,5	—	*Margine sinistro* di una nebulosità che si estende fino alla linea seguente.
α^{III}	102	585,7	*Centro.* Intensa ed estesa come la α^{II}.
α^{IV}	103	583,9	*Margine sinistro.* È molto intensa. Occupa una divisione.
α^{V}	105,5	579,5	*Centro.* Linea pochissimo intensa. Occupa un quarto di divisione.
α^{VI}	107	577,7	*Centro.* Linea eguale per intensità ed estensione alla precedente.
α^{VII}	108,25	575,1	*Margine sinistro.* È la linea più marcata e caratteristica fra tutte quelle del gruppo α. Va insensibilmente diminuendo d'intensità fino alla divisione 111 che coincide esattamente col suo margine destro.

[1] Comptes rend. de l'Acad. des Sciences, 5 marzo 1877.

		M	λ	
β		134	—	*Centro.* Linea appena percettibile. Copre appena il filo del reticolo.
	β^{I}	143,5	526,7	*Margine sinistro.* Intensa. Occupa una divisione e mezza.
	β^{II}	145,5	524,4	*Centro.* Ha un' intensità di poco minore della precedente. È larga mezza divisione.
	β^{III}	146,5	523,2	*Margine sinistro.* Arriva fino alla divisione 148. È la più intensa delle linee situate nella parte verde dello spettro.
		152	517,1	*Centro* di una linea sottilissima ed appena percettibile.
		158,5	510	*Margine destro.* Fascia poco carica, d'aspetto nebuloso che decresce d'intensità fino alla divisione 155,5 che ne è il suo limite a sinistra.

SCHEELITE di Traversella

Nello spettro della scheelite di Traversella si notano distintamente le linee del gruppo α. Mancano o non sono ben definite e percettibili linee nere nella regione del verde e nelle altre parti dello spettro.

Le due descrizioni seguenti si riferiscono allo spettro di un bel cristallo di scheelite di Traversella che ebbi in dono dal collega prof. Ugo Schiff, osservato in due posizioni differenti.

Fig. 3.

Cristallo di un colore giallo pallido disposto in modo da essere attraversato dalla luce in una direzione normale a quella della faccia (101). Spessore mill. 8,46.

		M	λ	
α	α^{I}	98,2	592,2	*Centro.* È una fascia poco intensa, d'aspetto nebuloso. Si estende dalla divisione 97,5 alla 99.
	α^{II}	101	587,4	*Centro.* Linea sufficientemente pronunciata ma meno intensa della seguente. Occupa lo spazio di mezza divisione.
	α^{III}	103,2	583,5	*Centro.* È la più carica di tutte le linee del sistema. Occupa abbondantemente lo spazio di una divisione.
	α^{IV}	107	577,1	*Metà apparente.* Ha un aspetto nebuloso; poco carica; occupa lo spazio di una divisione.
	α^{V}	109,5	573,1	*Margine destro.* Si estende fino alla divisione 108,5. È di poco meno intensa della α^{III}. È leggermente sfumata da destra verso sinistra.

Fig. 4.

Spettro dello stesso cristallo ma in una posizione normale alla precedente e sotto uno spessore di millimetri 15,45.

		M	λ	
α	α^{I}	96	596,9	*Centro.* Linea nebulosa simmetrica, cioè che decresce leggermente in intensità tanto a destra quanto a sinistra. Occupa uno spazio di mezza divisione.
	α^{II}	97	594,3	*Centro.* Linea simile alla precedente per intensità ed estensione.
	α^{III}	101	587,4	*Centro.* Linea a margini ben netti, molto pronunciata, ma meno intensa della susseguente. Occupa lo spazio di poco più di mezza divisione.
	α^{IV}	103	583,9	*Centro.* È la linea più carica ed estesa tra tutte. Ha margini ben distinti senza apparenti sfumature. Occupa lo spazio di circa una divisione e mezza.
	α^{V}	106	578,6	*Centro.* Linee simili per intensità ed estensione alle α^{I} e α^{II}.
	α^{VI}	107	577,1	
	α^{VII}	109,5	573,1	*Margine destro.* Occupa una divisione. È di intensità maggiore alla α^{III} ma minore della α^{IV}. È leggermente sfumata verso il suo margine sinistro.

Nella parte verde dello spettro della scheelite appariscono più linee verdi sottili e sbiadite. Di queste tre hanno approssimativamente il loro centro nelle divisioni 138, 144 e 149 ma non ne ho potuto misurare la precisa posizione ed estensione a motivo della loro debolissima intensità.

Una lamina di scheelite di Traversella dello spessore di millimetri 1,80, tagliata parallelamente alla faccia (101), presenta uno spettro in cui sono appena visibili due linee sottili che hanno il loro centro nelle divisioni 103 e 109,5.

Dall'amico e collega prof. Bartolomeo Gastaldi ebbi in dono un cristallo di scheelite di Traversella che si distingue dai cristalli più comuni di scheelite di questa stessa località per avere un colore giallo di miele carico, e una lucentezza vetrosa molto più spiccata. Questo cristallo osservato sotto uno spessore di appena sei millimetri, presenta uno spettro eguale per numero, posizione ed intensità delle linee del gruppo α, a quello del cristallo della varietà più comune, di colore giallo pallido osservato sotto lo spessore di più di quindici millimetri. Da ciò si può arguire che la varietà di scheelite di cui mi fu offerto un campione dal Gastaldi contiene una quantità maggiore di ossido di didimio.

L'aspetto particolare dello spettro della scheelite di Traversella, il quale specialmente per il maggior numero delle linee che costituiscono il gruppo α, varia alquanto dallo spettro delle soluzioni dei sali di didimio, potrebbe far nascere il sospetto che questa scheelite contenga altre sostanze otticamente attive oltre all'ossido

di didimio. Per chiarire in modo affatto decisivo questo dubbio, sciolsi 20 milligrammi di ossidi di didimio, cerio e lantano, ricavati da cristalli di scheelite, simili a quelli che hanno servito per l'osservazione spettroscopica, in quattro centimetri cubici di acido nitrico molto diluito. Osservando questa soluzione messa in un tubo di vetro di piccolissimo diametro e lungo diecinove centimetri, si scorge unicamente lo spettro d'assorbimento del didimio che per nulla differisce da quello che si appalesa attraverso una soluzione acquosa di nitrato didimico puro avente un eguale grado di concentrazione ed osservata sotto un eguale spessore.

APATITI

Le osservazioni spettrali che ho potuto eseguire sulle apatiti si riducono alle seguenti; esse sono molto limitate per la scarsità del materiale che potei avere per farne delle lamine trasparenti a faccie parallele.

Apatite di Jumilla. Lamina dello spessore di millimetri 3,81 tagliata normalmente all'asse ottico. Presenta uno spettro d'assorbimento caratterizzato da un'unica fascia assai debole il cui margine sinistro coincide colla divisione 99,5 del mio micrometro e va aumentando continuamente in intensità fino alla divisione 109,5 dove termina con un margine netto e ben marcato. Nella parte verde dello spettro si osserva a mala pena una linea d'aspetto nebuloso poco intensa che ha il suo centro in corrispondenza della divisione 145,5 ed occupa lo spazio di circa una divisione.

Apatite di Cerro Mercado. Lamina parallela all'asse ottico dello spessore di millimetri 4,35. Il suo spettro è costituito da due fascie collegate tra di loro da una nebulosità assai debole. La fascia meno rifrangibile principia con una leggiera sfumatura nella divisione 98 e va sempre aumentando in intensità fino alla divisione 104. La seconda fascia, che è molto più carica della prima, è limitata tra le divisioni 106 e 109 e va sempre aumentando in intensità da sinistra verso destra.

Apatite di Cabo di Gates. Lamina dello spessore di millimetri 4,60 e parallela all'asse ottico. Presenta una fascia unica debole che comincia alla divisione 98 e va continuamente aumentando in intensità fino alla divisione 109 dove coincide il suo margine destro.

Una lamina di *monazite* di Arendal dello spessore di 20 centesimi di millimetro offre uno spettro un poco sbiadito, ma simile a quello della lamina più sottile di parisite.

La *cerite* di Bastnaes sotto uno spessore di 14 centesimi di millimetro presenta uno spettro caratterizzato da due linee sottili poco intense e che coincidono colle divisioni 105 e 108 del micrometro. Queste due linee sono riunite da una leggiera nebulosità.

L'egregio giovane Corradino Sella, studente del secondo corso di matematiche nell'Università di Roma, dopo letta la mia Memoria, osservò con un piccolo spettroscopio una lamina di Kischtimite di Borsowska negli Urali, e vi osservò ben distinta la linea nera d'assorbimento caratteristica dei composti di didimio. La Kischtimite fu scoperta ed analizzata da Th. Korovaeff nel 1861 (*Der Kischtim-Parisit,*

ein neues Mineral; untersucht von Th. Korovaeff, Bulletin de l'Acad. impériale des sciences de St. Petersbourg. Tome quatrième, pag. 441), il quale vi trovò 36,56 per cento di lantano e 27,81 di cerio. L'autore nella descrizione dei processi analitici seguìti accenna alla presenza del didimio nella Kischtimite desumendola dal colore rosso cupo del precipitato costituito dall'ossido di lantano, ma non ne tenne conto nell'analisi quantitativa. Ora, come risulta dall'osservazione ottica del Sella, il didimio deve trovarsi nella Kischtimite in quantità relativamente grande e probabilmente non inferiore a quella ritrovata nella parisite.

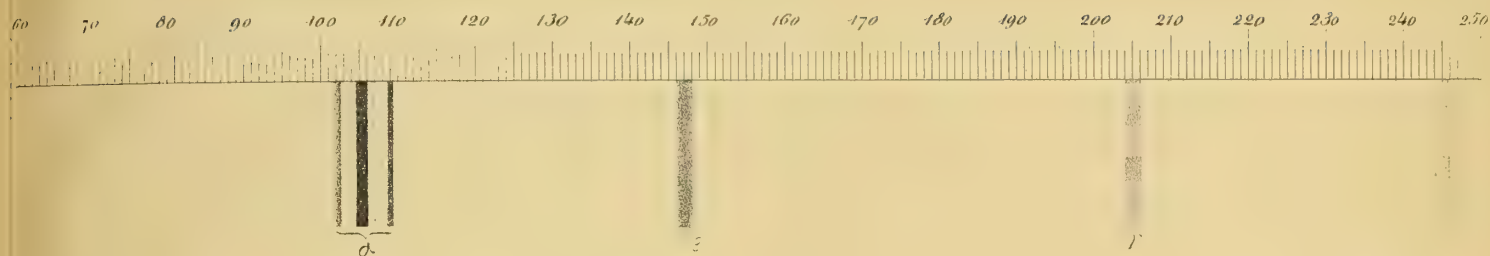
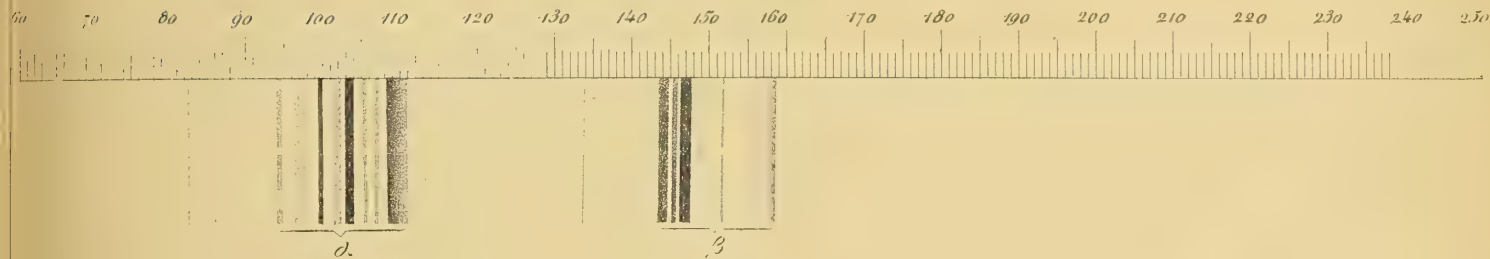
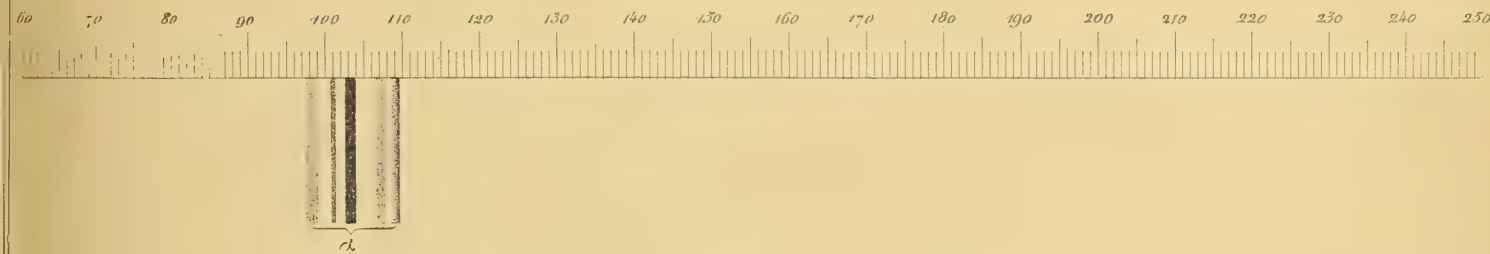
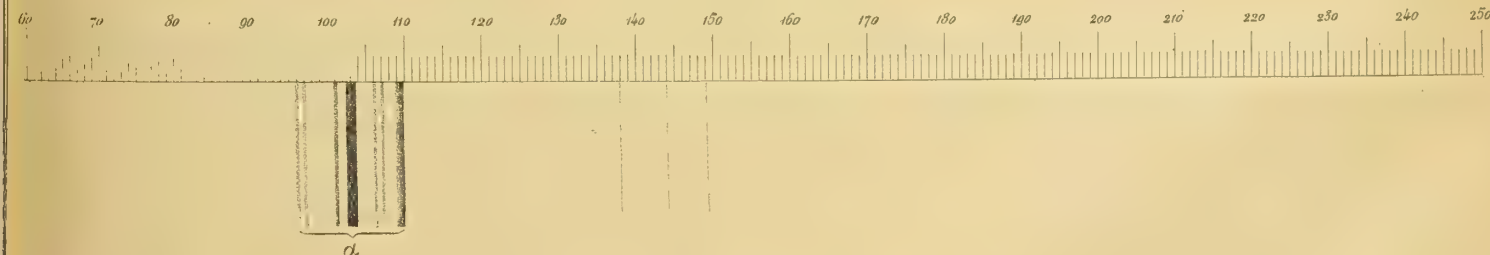
Ho completata l'osservazione del giovane Sella sulla sua lamina di Kischtimite che egli mi favorì e che egli aveva avuta dal sig. E. Bertrand di Parigi; ebbi per risultato che una lamina di Kischtimite dello spessore di trenta centesimi di millimetro presenta uno spettro caratterizzato da una fascia che occupa lo spazio compreso tra le seguenti lunghezze d'onde 584,2 e 573,9, che è precisamente l'estensione del gruppo α delle linee da me osservate in una lamina di parisite dello spessore di 26 centesimi di millimetro, e come in questo minerale così anche nella Kischtimite la metà apparente della parte più intensa della faccia d'assorbimento corrisponde alla lunghezza d'onde $\lambda = 579,5$. Nella Kischtimite però a motivo del suo coloramento rossastro intenso, le diverse linee del gruppo α non appaiono così bene distinte come si osservano nelle lamine quasi incolore di parisite.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA.

FIG. 1.ª — Spettro d'assorbimento di una lamina di parisite dello spessore di $0^{mm},26$ tagliata normalmente all'asse ottico.

FIG. 2.ª — Spettro d'assorbimento di un cristallo di turnerite di Val Nalp (Grigioni), osservato attraverso due faccie parallele distanti $1^{mm},21$.

FIG. 3.ª — Spettro d'assorbimento di una lamina di Scheelite di Traversella parallela alla faccia (101) e dello spessore di $8^{mm},46$.

FIG. 4.ª — Spettro d'assorbimento di una lamina di Scheelite di Traversella normale alla faccia (101) e dello spessore di $15^{mm},45$.

COSSA — Sulla diffusione del Cerio, del Lantano e del Didimio

Torino, Lit. F.lli Doyen.

Sui Complessi di secondo grado.

Nota del Socio GIUSEPPE BATTAGLINI

letta nella seduta del 1 dicembre 1878.

Un complesso di linee rette è definito analiticamente da un'equazione fra le coordinate della retta, considerata come luogo di punti, o come inviluppo di piani; il grado di questa equazione è l'ordine del cono luogo di tutte le rette del complesso che passano per un punto arbitrario, e la classe della curva inviluppo di tutte le rette del complesso situate in un piano arbitrario. Se però viceversa si ha un sistema di linee rette tale che per ogni punto dello spazio sia definito completamente un cono d'ordine n, luogo delle rette del sistema che passano per quel punto, o, ciò che vale lo stesso, per ogni piano dello spazio sia definita completamente una curva della classe n, inviluppo delle rette del sistema situate in quel piano, tutte le rette del sistema non apparterranno in generale ad un solo complesso di grado n, ma quei luoghi di rette d'ordine n, e quegl'inviluppi di rette di classe n, si potranno intendere distribuiti fra più complessi di grado n. La rappresentazione analitica più generale del sistema proposto sarà data da un'equazione che contenga, oltre delle coordinate della retta, le coordinate del punto o del piano, la quale potrebbe dirsi equazione di un *connesso* di punti e di rette, o di piani e di rette, estendendo il concetto di *connesso*, introdotto da Clebsch nella Geometria analitica: in un tale connesso ad ogni punto, o ad ogni piano, dello spazio corrisponde un complesso di rette, ed i coni o le curve di questi complessi che corrispondono a quei punti, o a quei piani, dello spazio, saranno i luoghi e gl'inviluppi di rette appartenenti al sistema proposto. — Un esempio molto semplice di un simile sistema di rette, suggeritomi dal ch. collega il prof. Valentino Cerruti, si ha nella considerazione dei coni di 2° ordine che passano per cinque punti dati, o delle linee di 2ª classe che toccano cinque piani dati: la discussione di questo sistema di rette forma l'oggetto di questa breve Nota.

1. Essendo (a, b, c, d) le coordinate di un punto p rispetto ad un tetraedro fondamentale Θ, consideriamo una superficie di 2° ordine circoscritta al tetraedro medesimo, e rappresentata perciò da un'equazione della forma

$$\mathrm{F}bc + \mathrm{G}ca + \mathrm{H}ab + \mathrm{L}ad + \mathrm{M}bd + \mathrm{N}cd = 0 . \tag{1}$$

Se la superficie (1) si riduce ad un cono S' di vertice $p'(a', b', c', d')$, si avranno le condizioni

$$\begin{aligned} \mathrm{H}b' + \mathrm{G}c' + \mathrm{L}d' &= 0 ,\\ \mathrm{H}a' + \mathrm{F}c' + \mathrm{M}d' &= 0 ,\\ \mathrm{G}a' + \mathrm{F}b' + \mathrm{N}d' &= 0 ,\\ \mathrm{L}a' + \mathrm{M}b' + \mathrm{N}c' &= 0 , \end{aligned} \tag{2}$$

onde

$$\Delta = \begin{vmatrix} 0, & H, & G, & L \\ H, & 0, & F, & M \\ G, & F, & 0, & N \\ L, & M, & N, & 0 \end{vmatrix} = 0,$$

o in altra forma

$$F^2 L^2 + G^2 M^2 + H^2 M^2 - 2GM . HN - 2HN . FL - 2FL . GM = 0,$$

$$\sqrt{FL} + \sqrt{GM} + \sqrt{HN} = 0.$$

Dalle equazioni (2) si trae

$$Fb'c' = La'd', \qquad Gc'a' = Mb'd', \qquad Ha'b' = Nc'd',$$

e si porrà

$$\frac{F}{a'd'} = \frac{L}{b'c'} = V - W, \qquad \frac{G}{b'd'} = \frac{M}{c'a'} = W - U, \qquad \frac{H}{c'd'} = \frac{N}{a'b'} = U - V,$$

osservando che, per le equazioni (2), la somma di queste tre frazioni deve annullarsi.

Segue da ciò che l'equazione del cono S' sarà

$$(V-W)(bca'd' + adb'c') + (W-U)(cab'd' + bdc'a') + (U-V)(abc'd' + cda'b') = 0,$$

o sia

$$(3) \quad U(bc' - cb')(ad' - da') + V(ca' - ac')(bd' - db') + W(ab' - ba')(cd' - dc') = 0.$$

Tutt'i coni S', variando il vertice p', costituiranno con i loro lati un complesso Σ di 2° grado: indicando le coordinate di una retta r del complesso con

$$f = bc' - cb', \qquad g = ca' - ac', \qquad h = ab' - ba',$$
$$l = ad' - da', \qquad m = bd' - db', \qquad n = cd' - dc',$$

l'equazione del complesso Σ sarà

$$Ufl + Vgm + Whn = 0,$$

ovvero

$$(4) \qquad \frac{fl}{V - W} = \frac{gm}{W - U} = \frac{hn}{U - V},$$

osservando che si ha identicamente $fl + gm + hn = 0$.

Il complesso Σ è un complesso *tetraedrale*; esso è costituito da rette r, ciascuna delle quali determina con le facce del tetraedro Θ un gruppo di quattro punti in dati rapporti anarmonici: i tre rapporti anarmonici fondamentali in questo gruppo sono espressi da

$$(5) \qquad -\frac{hn}{gm} = \frac{V - U}{W - U}, \qquad -\frac{fl}{hn} = \frac{W - V}{U - V}, \qquad -\frac{gm}{fl} = \frac{U - W}{V - W}.$$

Se il cono S' del complesso si riduce a due piani, il sistema delle equazioni (2) equivale a due sole equazioni indipendenti, dovranno quindi annullarsi i determinanti minori di 3° ordine del determinante Δ; ciò conduce alle condizioni

$$FL = (V-W)a'b'c'd' = 0, \quad GM = (W-U)a'b'c'd' = 0, \quad HN = (U-V)a'b'c'd' = 0,$$

le quali sono soddisfatte ponendo una qualunque delle equazioni $a' = 0$, $b' = 0$, $c' = 0$, $d' = 0$; adunque il luogo dei punti singolari p' del complesso Σ, per ciascuno dei quali il cono S' del complesso si riduce a due piani, è costituito dalle quattro facce del tetraedro Θ.

Se il vertice p' del cono S' appartiene ad una delle facce del tetraedro Θ, il cono S' si ridurrà a questa faccia, insieme al piano P', che passa pel vertice opposto di Θ, rappresentato da una delle equazioni

$$(6)\quad \begin{aligned}
&(U-V)\frac{b}{b'}+(W-U)\frac{c}{c'}+(V-W)\frac{d}{d'}=0,\\
&(V-W)\frac{c}{c'}+(U-V)\frac{a}{a'}+(W-U)\frac{d}{d'}=0,\\
&(W-U)\frac{a}{a'}+(V-W)\frac{b}{b'}+(U-V)\frac{d}{d'}=0,\\
&(V-W)\frac{a}{a'}+(W-U)\frac{b}{b'}+(U-V)\frac{c}{c'}=0.
\end{aligned}$$

La retta R' che il piano P' ha di comune con la faccia del tetraedro Θ è determinata dalla condizione che i suoi tre punti comuni con gli spigoli di Θ appartenenti a quella faccia, ed il punto p', siano nel dato rapporto anarmonico del complesso.

Se il vertice p' del cono S' appartiene ad uno degli spigoli del tetraedro Θ, il cono S' si riduce alle due facce di Θ che appartengono a quello spigolo; e finalmente se p' è uno dei vertici di Θ, il cono S' è indeterminato.

Per una qualunque delle facce del tetraedro Θ, la dipendenza tra il punto p' e la retta R', appartenente ad esso, è tale che se la retta R' appartiene ad un punto p_1, il punto corrispondente p' apparterrà ad una conica, alla quale appartengono i vertici di quella faccia di Θ ed il punto p_1; la tangente di questa conica in p_1 è la retta R_1 che corrisponde a p_1. Le equazioni di queste coniche, nelle diverse facce del tetraedro Θ, saranno

$$(7)\quad \begin{aligned}
&(U-V)\,b_1 cd+(W-U)\,c_1 bd+(V-W)\,d_1 bc=0,\\
&(V-W)\,c_1 ad+(U-V)\,a_1 cd+(W-U)\,d_1 ca=0,\\
&(W-U)\,a_1 bd+(V-W)\,b_1 ad+(U-V)\,d_1 ab=0,\\
&(V-W)\,a_1 bc+(W-U)\,b_1 ca+(U-V)\,c_1 ab=0.
\end{aligned}$$

Se invece il punto p' appartiene ad una retta R_1, la retta corrispondente R' inviluppera una conica, che tocca gli spigoli di Θ in quella faccia, e la retta R_1; il punto di contatto di questa conica con R_1 è il punto p_1 che corrisponde ad R_1: indicando con $(f_1,\ldots l_1,\ldots)$ le coordinate della retta R_1, le equazioni di queste coniche sulle diverse facce del tetraedro Θ saranno

$$(8)\quad \begin{aligned}
&\sqrt{(U-V)\,n_1 b}+\sqrt{(W-U)\,m_1 c}+\sqrt{(V-W)\,f_1 d}=0,\\
&\sqrt{(V-W)\,l_1 c}+\sqrt{(U-V)\,n_1 a}+\sqrt{(W-U)\,g_1 d}=0,\\
&\sqrt{(W-U)\,m_1 a}+\sqrt{(V-W)\,l_1 b}+\sqrt{(U-V)\,h_1 d}=0,\\
&\sqrt{(V-W)\,f_1 a}+\sqrt{(W-U)\,g_1 b}+\sqrt{(U-V)\,h_1 c}=0.
\end{aligned}$$

Cerchiamo ora tra i coni S' del complesso Σ quelli che passano per un punto p_1; il luogo dei loro vertici p' sarà il cono rappresentato dall'equazione

$$(9)\quad (V-W)(b_1c_1ad+a_1d_1bc)+(W-U)(c_1a_1bd+b_1d_1ca)+(U-V)(a_1b_1cd+c_1d_1ab)=0,$$

o sia sarà il cono S_1 del complesso corrispondente al punto p_1. Osservando che l'equazione (9) non può essere soddisfatta qualunque sia il punto (a, b, c, d), se non quando $U = V = W$, il che rende illusoria l'equazione (4) del complesso Σ, ne segue che tutt'i coni S' i quali, avendo per loro vertici i diversi punti p' dello spazio, sono assoggettati a passare per cinque punti dati (i quattro vertici del tetraedro Θ ed un punto p_1) non potranno appartenere ad un solo complesso di 2° grado; essi però potranno intendersi distribuiti fra infiniti complessi tetraedrali Σ relativi al tetraedro Θ, e rappresentati dall'equazione (4) variando U, V, W, ciascuno di questi complessi Σ essendo determinato da uno qualunque dei tre rapporti anarmonici corrispondenti (5): in questi complessi Σ i coni S' corrispondenti ad un punto p' hanno di comune le quattro rette che p' determina con i vertici del tetraedro Θ. Diremo che i complessi Σ formano un *fascio*. Ad un complesso Σ del fascio, pel quale i rapporti anarmonici fondamentali sono $1, 0, \infty$, corrisponde un cono S' ridotto alla coppia dei piani determinati da p' e da due spigoli opposti del tetraedro Θ. — Ad ogni complesso Σ del fascio corrisponde un cono S_1, rappresentato dall'equazione (9), che è il luogo dei vertici dei coni del complesso Σ, che passano per i cinque punti dati. La distribuzione dei coni S' in complessi tetraedrali Σ può farsi in cinque modi diversi, combinando a quattro a quattro i cinque punti, per i quali quei coni S' sono assoggettati a passare.

Nel fascio dei complessi Σ il cono S' di vertice p', assoggettato a passare pel punto p_1, sarà rappresentato da una qualunque delle equazioni

$$\frac{(bc'-cb')(ad'-da')}{(b_1c'-c_1b')(a_1d'-d_1a')} = \frac{(ca'-ac')(bd'-db')}{(c_1a'-a_1c')(b_1d'-d_1b')} = \frac{(ab'-ba')(cd'-dc')}{(a_1b'-b_1a')(c_1d'-d_1c')},$$

o sia da

$$(10)\quad (b_1c'-c_1b')(a_1d'-d_1a')(bca'd'+adb'c')+(c_1a'-a_1c')(b_1d'-d_1b')(cab'd'+bdc'a') + (a_1b'-b_1a')(c_1d'-d_1c')(abc'd'+cda'b') = 0.$$

Il cono (10) si ridurrà ad una coppia di piani quando il punto p' apparterrà ad uno dei dieci piani determinati dai vertici del tetraedro Θ e dal punto p_1, combinati a tre a tre.

Indicando con $f'_1, \ldots l'_1, \ldots$ le coordinate della retta comune ai due punti p', p_1, o sia ponendo

$$f'_1 = b_1c' - c_1b', \ldots\ldots l'_1 = a_1d' - d_1a', \ldots .$$

una qualunque delle equazioni

$$(11)\qquad \frac{fl}{f'_1 l'_1} = \frac{gm}{g'_1 m'_1} = \frac{hn}{h'_1 n'_1},$$

contenendo le coordinate del punto p', e quelle della retta r, definirà un *connesso* di punti e di rette, tale che ad ogni punto p' dello spazio corrisponderà un complesso tetraedrale Σ; i coni S' in questi complessi tetraedrali, che hanno per loro vertici i punti corrispondenti p', sono appunto i coni (10), che passano per i quattro vertici del tetraedro Θ, e pel quinto punto dato p_1. Adunque la rappresentazione analitica di tutti questi coni si trova nella considerazione di un connesso (11) di punti e di rette.

Se un cono S′ è assoggettato a passare per i vertici del tetraedro Θ e per due punti p_1, p_2, il suo vertice p' apparterrà alla superficie di 4° ordine, rappresentata da una qualunque delle equazioni

$$(12)\qquad \frac{(b_2c-c_2b)\,(a_2d-d_2a)}{(b_1c-c_1b)\,(a_1d-d_1a)}=\frac{(c_2a-a_2c)\,(b_2d-d_2b)}{(c_1a-a_1c)\,(b_1d-d_1b)}=\frac{(a_2b-b_2a)\,(c_2d-d_2c)}{(a_1b-b_1a)\,(c_1d-d_1c)},$$

o sia da

$$\left(\frac{ab}{a_1b_1}+\frac{cd}{c_1d_1}\right)\left(\frac{ac}{c_2a_2}+\frac{ab}{b_2d_2}\right)-\left(\frac{ab}{a_2b_2}+\frac{cd}{c_2d_2}\right)\left(\frac{ca}{c_1a_1}+\frac{bd}{b_1d_1}\right)$$
$$+\left(\frac{bc}{b_1c_1}+\frac{ad}{a_1d_1}\right)\left(\frac{ab}{a_2b_2}+\frac{cd}{c_2d_2}\right)-\left(\frac{bc}{b_2c_2}+\frac{ad}{a_2d_2}\right)\left(\frac{ab}{a_1b_1}+\frac{cd}{c_1d_1}\right)$$
$$+\left(\frac{ca}{c_1a_1}+\frac{bd}{b_1d_1}\right)\left(\frac{bc}{b_2c_2}+\frac{ad}{a_2d_2}\right)-\left(\frac{ca}{c_2a_2}+\frac{bd}{b_2d_2}\right)\left(\frac{bc}{b_1c_1}+\frac{ad}{a_1d_1}\right)=0.$$

Considerando il gruppo di sei punti costituito dai quattro vertici del tetraedro Θ e dai due punti p_1, p_2, apparterranno alla superficie (12) le quindici rette determinate da questi punti combinati a due a due, e di più le dieci rette determinate dalle dieci coppie di piani, alle quali appartengono i medesimi punti combinati a tre a tre: inoltre apparterrà alla superficie (12) la linea gobba del 3° ordine determinata dai sei punti del gruppo.

2. Analogamente essendo (A, B, C, D) le coordinate di un piano P rispetto ad un tetraedro fondamentale θ, consideriamo una superficie di 2ª classe inscritta al tetraedro medesimo, e rappresentata perciò da un'equazione della forma

$$(1)\qquad f\mathrm{BC}+g\mathrm{CA}+h\mathrm{AB}+l\mathrm{AD}+m\mathrm{BD}+n\mathrm{CD}=0.$$

Se la superficie (1) si riduce ad una conica s' nel piano P′ (A′, B′, C′, D′), si avranno le condizioni

$$(2)\qquad \begin{array}{l} \qquad\quad h\mathrm{B}'+g\mathrm{C}'+l\mathrm{D}'=0,\\ h\mathrm{A}'\qquad\quad +f\mathrm{C}'+m\mathrm{D}'=0,\\ g\mathrm{A}'+f\mathrm{B}'\qquad\quad +n\mathrm{D}'=0,\\ l\mathrm{A}'+m\mathrm{B}'+n\mathrm{C}'\qquad\quad =0, \end{array}$$

onde

$$\delta=\begin{vmatrix} 0, & h, & g, & l\\ h, & 0, & f, & m\\ g, & f, & 0, & n\\ l, & m, & n, & 0 \end{vmatrix}=0,$$

o in altra forma

$$f^2l^2+g^2m^2+h^2n^2-2gm.hn-2hn.fl-2fl.gm=0,$$
$$\sqrt{fl}+\sqrt{gm}+\sqrt{hn}=0.$$

Dalle equazioni (2) si trae

$$f\mathrm{B}'\mathrm{C}'=l\mathrm{A}'\mathrm{D}',\quad g\mathrm{C}'\mathrm{A}'=m\mathrm{B}'\mathrm{D}',\quad h\mathrm{A}'\mathrm{B}'=n\mathrm{C}'\mathrm{D}',$$

e si porrà

$$\frac{f}{\mathrm{A}'\mathrm{D}'}=\frac{l}{\mathrm{B}'\mathrm{C}'}=v-w,\quad \frac{g}{\mathrm{B}'\mathrm{D}'}=\frac{m}{\mathrm{C}'\mathrm{A}'}=w-u,\quad \frac{h}{\mathrm{C}'\mathrm{D}'}=\frac{n}{\mathrm{A}'\mathrm{B}'}=u-v,$$

osservando che, per le equazioni (2), la somma di queste tre frazioni deve annullarsi.

Segue da ciò che l'equazione della conica s' sarà

$$(v-w)(BCA'D'+ADB'C')+(w-u)(CAB'D'+BDC'A')+(u-v)(ABC'D'+CDA'B')=0,$$

o sia

$$(3)\quad u(BC'-CB')(AD'-DA')+v(CA'-AC')(BD'-DB')+w(AB'-BA')(CD'-DC')=0.$$

Tutte le coniche s', variando il piano P', costituiranno con le loro rette tangenti un complesso σ di 2° grado: indicando le coordinate di una retta R del complesso con

$$F=BC'-CB',\quad G=CA'-AC',\quad H=AB'-BA',$$
$$L=AD'-DA',\quad M=BD'-DB',\quad N=CD'-DC',$$

l'equazione del complesso σ sarà

$$uFL+vGM+wHN=0,$$

ovvero

$$(4)\qquad \frac{FL}{v-w}=\frac{GM}{w-u}=\frac{HN}{u-v},$$

osservando che si ha identicamente $FL+GM+HN=0$.

Il complesso σ è un complesso *tetraedrale*; esso è costituito da rette R, ciascuna delle quali determina con i vertici del tetraedro θ un gruppo di quattro piani in dati rapporti anarmonici: i tre rapporti anarmonici fondamentali in questo gruppo sono espressi da

$$(5)\qquad -\frac{HN}{GM}=\frac{v-u}{w-u},\quad -\frac{FL}{HN}=\frac{w-v}{u-v},\quad -\frac{GM}{FL}=\frac{u-w}{v-w},$$

Se la conica s' del complesso si riduce a due punti, il sistema delle equazioni (2) equivale a due sole equazioni indipendenti, dovranno quindi annullarsi i determinanti minori di 3° ordine del determinante δ; ciò conduce alle condizioni

$$fl=(v-w)A'B'C'D'=0,\quad gm=(w-u)A'B'C'D'=0,\quad hn=(u-v)A'B'C'D'=0,$$

le quali sono soddisfatte ponendo una qualunque delle equazioni $A'=0$, $B'=0$, $C'=0$, $D'=0$, adunque l'inviluppo dei piani singolari P' del complesso σ, per ciascuno dei quali la conica s' del complesso si riduce a due punti, è costituito dai quattro vertici del tetraedro θ.

Se il piano P' della conica s' appartiene ad uno dei vertici del tetraedro θ, la conica s' si ridurrà a questo vertice, insieme al punto p', appartenente alla faccia opposta, rappresentato da una delle equazioni

$$(6)\qquad \begin{aligned}
&(u-v)\frac{B}{B'}+(w-u)\frac{C}{C'}+(v-w)\frac{D}{D'}=0,\\
&(v-w)\frac{C}{C'}+(u-v)\frac{A}{A'}+(w-u)\frac{D}{D'}=0,\\
&(w-u)\frac{A}{A'}+(v-w)\frac{B}{B'}+(u-v)\frac{D}{D'}=0,\\
&(v-w)\frac{A}{A'}+(w-u)\frac{B}{B'}+(u-v)\frac{C}{C'}=0.
\end{aligned}$$

La retta r' che il punto p' ha di comune con quel vertice del tetraedro θ è determinata dalla condizione che i suoi tre piani comuni con gli spigoli di θ appartenenti a quel vertice, ed il piano P', siano nel dato rapporto anarmonico del complesso.

Se il piano P′ della conica s' appartiene ad uno degli spigoli del tetraedro θ, la conica si riduce ai due vertici di θ che appartengono a quello spigolo; finalmente se P′ è una delle facce di θ la conica s' è indeterminata.

Per uno qualunque dei vertici del tetraedro θ la dipendenza tra il piano P′, e la retta r', appartenente ad esso, è tale che se la retta r' appartiene ad un piano P_1, il piano corrispondente P′ apparterrà ad un cono, al quale appartengono le facce per quel vertice di θ, ed il piano P_1; il lato di contatto di questo cono con P_1 è la retta r_1 che corrisponde a P_1. Le equazioni di questi coni, per i diversi vertici del tetraedro θ, saranno

$$(7)\qquad \begin{aligned}
&(u-v)\, B_1CD + (w-u)\, C_1BD + (v-w)\, D_1BC = 0\,,\\
&(v-w)\, C_1AD + (u-v)\, A_1CD + (w-u)\, D_1CA = 0\,,\\
&(w-u)\, A_1BD + (v-w)\, B_1AD + (u-v)\, D_1AB = 0\,,\\
&(v-w)\, A_1BC + (w-u)\, B_1CA + (u-v)\, C_1AB = 0\,.
\end{aligned}$$

Se invece il piano P′ appartiene ad una retta r_1; la retta corrispondente r' apparterrà ad un cono, al quale appartengono gli spigoli di θ per quel vertice, e la retta r_1; il piano tangente di questo cono secondo r_1 è il piano P_1 che corrisponde ad r_1: indicando con $(F_1, \ldots L_1 \ldots)$ le coordinate della retta r_1, le equazioni di questi coni per i diversi vertici del tetraedro θ saranno

$$(8)\qquad \begin{aligned}
&\sqrt{(u-v)\, N_1B} + \sqrt{(w-u)\, M_1C} + \sqrt{(v-w)\, F_1D} = 0\,,\\
&\sqrt{(v-w)\, L_1C} + \sqrt{(u-v)\, N_1A} + \sqrt{(w-u)\, G_1D} = 0\,,\\
&\sqrt{(w-u)M_1A} + \sqrt{(v-w)\, L_1B} + \sqrt{(u-v)\, H_1D} = 0\,,\\
&\sqrt{(v-w)\, F_1A} + \sqrt{(w-u)\, G_1B} + \sqrt{(u-v)\, H_1C} = 0\,.
\end{aligned}$$

Cerchiamo ora tra le coniche s' del complesso σ quelle che toccano un piano P_1; l'inviluppo dei loro piani P′ sarà la conica rappresentata dall'equazione

$$(9)\qquad \begin{aligned}
&(v-w)\,(B_1C_1AD + A_1D_1BC) + (w-u)\,(C_1A_1BD + B_1D_1CA)\\
&\quad + (u-v)\,(A_1B_1CD + C_1D_1AB) = 0\,,
\end{aligned}$$

o sia sarà la conica s_1 del complesso corrispondente al piano P_1.

Osservando che l'equazione (9) non può essere soddisfatta qualunque sia il piano (A, B, C, D), se non quando $u=v=w$, il che rende illusoria l'equazione (4) del complesso σ, ne segue che tutte le coniche s', le quali, avendo per loro piani i diversi piani P′ dello spazio, sono assoggettate a toccare cinque piani dati (le quattro facce del tetraedro θ ed un piano P_1) non potranno appartenere ad un solo complesso di 2° grado; esse però potranno intendersi distribuite fra infiniti complessi tetraedrali σ, relativi al tetraedro θ, e rappresentati dall'equazione (4) variando u, v, w, ciascuno di questi complessi σ essendo determinato da uno qualunque dei tre rapporti anarmonici (5): in questi complessi σ le coniche s' corrispondenti ad un piano P′ hanno per tangenti comuni le quattro rette che P′ determina con le facce del tetraedro θ. Diremo che i complessi σ formano un *fascio*. Ad un complesso σ del fascio, pel quale i rapporti anarmonici fondamentali sono 1, 0, ∞, corrisponde una conica s', ridotta alla coppia dei punti determinati da P′ e da due spigoli opposti del tetraedro θ.

Ad ogni complesso σ del fascio corrisponde una conica s_1, rappresentata dall'equazione (9), che è l'inviluppo dei piani delle coniche del complesso σ che toccano i cinque piani dati. La distribuzione delle coniche s' in complessi tetraedrali σ può farsi in cinque modi diversi, combinando a quattro a quattro i cinque piani dati, che le coniche s' sono assoggettate a toccare.

Nel fascio dei complessi σ la conica s', nel piano P′, assoggettata a toccare il piano P_1, sarà rappresentata da una qualunque delle equazioni

$$\frac{(BC'-CB')(AD'-DA')}{(B_1C'-C_1B')(A_1D'-D_1A')}=\frac{(CA'-AC')(BD'-DB')}{(C_1A'-A_1C')(B_1D'-D_1B')}$$
$$=\frac{(AB'-BA')(CD'-DC')}{(A_1B'-B_1A')(C_1D'-D_1C')}$$

(10) o sia da

$$\begin{aligned}&(B_1C'-C_1B')(A_1D'-D_1A')(BCA'D'+ADB'C')\\&+(C_1A'-A_1C')(B_1D'-D_1B')(CAB'D'+BDC'A')\\&+(A_1B'-B_1A')(C_1D'-D_1C')(ABC'D'+CDA'B')=0\,.\end{aligned}$$

La conica (10) si ridurrà ad una coppia di punti, quando il piano P′ apparterrà ad uno dei dieci punti determinati dalle facce del tetraedro θ e dal piano P_1, combinati a tre a tre.

Indicando con $F'_1, \ldots L'_1, \ldots$ le coordinate della retta comune ai due piani P′, P_1, o sia ponendo

$$F'_1=B_1C'-C_1B',\ \ldots\ L'_1=A_1D'-D_1A',\ \ldots$$

una qualunque delle equazioni

$$\frac{F\,L}{F'_1\,L'_1}=\frac{G\,M}{G'_1\,M'_1}=\frac{H\,N}{H'_1\,N'_1}, \tag{11}$$

contenendo le coordinate del piano P′, e quelle della retta R, definirà un *connesso* di piani e di rette, tale che ad ogni piano P′ dello spazio corrisponderà un complesso tetraedrale σ; le coniche s' in questi complessi tetraedrali, che hanno per loro piani i piani corrispondenti P′, sono appunto le coniche (10), che toccano le quattro facce del tetraedro θ, ed il quinto piano dato P_1. Adunque la rappresentazione analitica di tutte queste coniche si trova nella considerazione di un connesso (11) di piani e di rette.

Se una conica s è assoggettata a toccare le facce del tetraedro θ, e due piani P_1, P_2, il suo piano P′ toccherà la superficie di quarta classe rappresentata da una qualunque delle equazioni

$$\frac{(B_2C-C_2B)(A_2D-D_2A)}{(B_1C-C_1B)(A_1D-D_1A)}=\frac{(C_2A-A_2C)(B_2D-D_2B)}{(C_1A-A_1C)(B_1D-D_1B)}=\frac{(A_2B-B_2A)(C_2D-D_2C)}{(A_1B-B_1A)(C_1D-D_1C)}$$

o sia da

$$\begin{aligned}&\left(\frac{A\,B}{A_2\,B_2}+\frac{C\,D}{C_1\,D_1}\right)\left(\frac{C\,A}{C_2\,A_2}+\frac{B\,D}{B_2\,D_2}\right)-\left(\frac{A\,B}{A_2\,B_2}+\frac{C\,D}{C_2\,D_2}\right)\left(\frac{C\,A}{C_1\,A_1}+\frac{B\,D}{B_1\,D_1}\right)\\(12)\quad&+\left(\frac{B\,C}{B_1\,C_1}+\frac{A\,D}{A_1\,D_1}\right)\left(\frac{A\,B}{A_2\,B_2}+\frac{C\,D}{C_2\,D_2}\right)-\left(\frac{B\,C}{B_2\,C_2}+\frac{A\,D}{A_2\,D_2}\right)\left(\frac{A\,B}{A_1\,B_1}+\frac{C\,D}{C_1\,D_1}\right)\\&+\left(\frac{C\,A}{C_1\,A_1}+\frac{B\,D}{B_1\,D_1}\right)\left(\frac{B\,C}{B_2\,C}+\frac{A\,D}{A_2\,D_2}\right)-\left(\frac{C\,A}{C_2\,A_2}+\frac{B\,D}{B_2\,D_2}\right)\left(\frac{B\,C}{B_1\,C_1}+\frac{A\,D}{A_1\,D_1}\right)=0.\end{aligned}$$

Considerando il gruppo di sei piani costituito dalle quattro facce del tetraedro θ e dai due piani P_1, P_2, apparterranno alla superficie (12) le quindici rette determinate da questi piani combinati a due a due, e di più le dieci rette determinate dalle dieci coppie di punti alle quali appartengono i medesimi piani combinati a tre a tre: inoltre apparterrà alla superficie (12) la sviluppabile della terza classe determinata dai sei piani del gruppo.

3. Supponiamo che i tetraedri Θ e θ coincidano in un solo (Θ, θ), e che si abbia $\frac{U}{u} = \frac{V}{v} = \frac{W}{w}$; osservando che se $(f, \ldots l, \ldots)$ ed $(F, \ldots, L, \ldots)$ sono le coordinate di una stessa retta (r, R), considerata come luogo di punti o come inviluppo di piani, si ha $\frac{f}{L} = \ldots = \frac{l}{F} = \ldots$, si vedrà che i complessi Σ e σ, rappresentati dalle equazioni (4) dei numeri precedenti, coincideranno in un solo complesso (Σ, σ); sicchè ogni retta r che determina con le facce di Θ un gruppo di quattro punti, in dati rapporti anarmonici, è anche una retta R che determina con i vertici di θ un gruppo di quattro piani, nei medesimi rapporti anarmonici. La conica s' del complesso σ, corrispondente al piano P', sarà il luogo dei vertici p' dei coni S' del complesso Σ che toccano P'; e viceversa il cono S' del complesso Σ, corrispondente al punto p', è l'inviluppo dei piani delle coniche s' del complesso σ che passano per p'.

Consideriamo il fascio dei complessi (Σ, σ), tra i quali, per le cose dette, si possono intendere distribuiti i coni S' assoggettati a passare per i quattro vertici di Θ, e per un quinto punto p_1, e distribuite le coniche s' che toccano le quattro facce di θ, ed un quinto piano P_1. In uno dei complessi Σ, nel piano P', i vertici p' dei coni S', che passano per i cinque punti dati, apparterranno alla conica s'_1 determinata da P' e dal cono S_1 di Σ di vertice p_1; i quattro punti comuni alla conica s'_1 ed alla conica s' di σ, corrispondente al piano P', saranno i vertici p' di quattro coni S' che passano per i cinque punti dati e toccano il piano P': il luogo dei vertici p' di tutti questi coni, variando il complesso (Σ, σ), è una curva γ, la quale risulta quindi dai punti comuni alle coniche corrispondenti s'_1 ed s' in due serie proiettive, le coniche s'_1 della prima serie avendo in comune la quaterna q'_1 di punti determinata in P' dalle congiungenti di p_1 con i vertici di Θ, e le coniche s' della seconda serie avendo per tangenti comuni la quaterna Q' di rette determinata in P' dalle facce di θ; la quaterna di punti q'_1, e la quaterna di rette Q', sono tali che a ciascuno dei sei lati di q_1' appartiene uno dei sei vertici di Q'. Si vedrà facilmente che la curva γ ha per punti doppî i quattro punti della quaterna q'_1, ed i sei vertici della quaterna Q'; quindi osservando che ogni conica s'_1 ha per punti comuni con γ i quattro punti p' che essa ha di comune con la conica s', ed inoltre gli otto punti riuniti nei punti della quaterna q'_1, se ne conchiuderà che la curva γ è del sesto ordine. Adunque il luogo dei vertici p' dei coni S' che passano per i cinque punti dati e toccano un piano dato P', è una curva γ del sesto ordine, situata in questo piano; essa ha dieci punti doppî ϖ (i punti determinati in P' dalle congiungenti dei cinque punti dati presi a due a due) allineati a tre a tre su dieci rette ρ (le rette determinate in P' dai piani che passano per i cinque punti dati presi a tre a tre);

pei ciascun punto doppio ϖ di γ passano tre rette ρ, le quali contengono sette dei dieci punti ϖ, i rimanenti tre punti ϖ essendo allineati sopra un'altra retta ρ.— Analogamente in uno dei complessi σ, pel punto p', i piani P' delle coniche s', che toccano i cinque piani dati, apparterranno al cono S'_1 determinato da p' e dalla conica s_1 di σ nel piano P_1; i quattro piani tangenti comuni al cono S'_1 ed al cono S' di Σ, corrispondente al punto p', saranno i piani P' di quattro coniche s' che toccano i cinque piani dati, e passano pel punto p': l'inviluppo dei piani P' di tutte queste coniche, variando il complesso (σ, Σ) è un cono Γ, il quale risulta quindi dai piani tangenti comuni dei coni corrispondenti S'_1 ed S' in due serie proiettive, i coni S'_1 della prima serie avendo in comune la quaterna Q'_1 di piani tangenti, determinata con p' dalle intersezioni di P_1 con le facce di θ, ed i coni S' della seconda serie avendo in comune la quaterna q' di rette, determinata con p' dai vertici di Θ; la quaterna di piani Q'_1, e la quaterna di rette q' sono tali che a ciascuno dei sei spigoli di Q'_1 appartiene una delle sei facce di q'. Si vedrà facilmente che il cono Γ ha per piani tangenti doppî i quattro piani della quaterna Q'_1, e le sei facce della quaterna q'; quindi osservando che ogni cono S'_1 ha per piani tangenti comuni con Γ i quattro piani tangenti P' che esso ha di comune col cono S', ed inoltre gli otto piani tangenti riuniti nei piani della quaterna Q'_1, se ne conchiuderà che il cono Γ è della sesta classe. — Adunque l'inviluppo dei piani P' delle coniche s', che toccano cinque piani dati, e passano per un punto dato p' è un cono Γ della sesta classe, col vertice in questo punto: esso ha dieci piani tangenti doppî Π (i piani determinati con p' dalle intersezioni dei cinque piani dati presi a due a due) che passano a tre a tre per dieci rette P (le rette determinante con p' dai punti nei quali s'intersecano i piani dati presi a tre a tre); ciascun piano tangente doppio Π di Γ contiene tre rette P, per le quali passano sette dei dieci piani Π, ed i rimanenti tre piani Π passano per un'altra retta P.

L'acido etilidendisolforico.

Memoria del prof. ICILIO GUARESCHI

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella Seduta del 5 gennaio 1879.

Nella Nota comunicata alla R. Accademia il 7 aprile 1878 sui prodotti di ossidazione di varie sostanze solforate col permanganato di potassio, ho fatto cenno dei prodotti che si ottengono dalla tialdina e specialmente di un acido il cui sale di potassio è $C_2 H_4 S_2 O_6 K_2$. Lo studio rigoroso di questi prodotti di ossidazione mi ha condotto alla scoperta dell'*acido etilidendisolforico* l'esistenza del quale non è senza importanza.

Ogni tentativo per ossidare completamente la tialdina col permanganato di potassio e trasformare il suo solfo in acido solforico, fu infruttuoso; tra le varie determinazioni di solfo che tentai col permanganato e successivo trattamento con acido cloridrico, noterò la seguente:

gr. 0,222 di tialdina fornirono 0,1895 di solfato baritico. Cioè 11,7 $^0/_0$ di solfo.

Mentre per la formola $C_6 H_{13} N S_2$ si calcola $S = 39,2\ ^0/_0$.

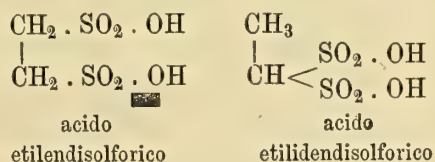
L'etilidendisolfato che si forma resiste all'azione energica del permanganato potassico.

L'acido etilidendisolforico si forma anche per ossidazione della tioaldeide col permanganato potassico.

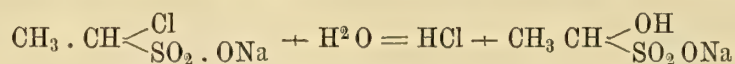
Nel principio di queste ricerche io credeva d'aver ottenuto l'acido β tioacetico CH_3 CS.OH isomero dell'acido tioacetico di Kekulé, e ciò in causa di alcune analisi e di certe reazioni che ottenevo con molti sali metallici; ma evidentemente io allora operava con sostanza non pura perchè non ancora aveva trovato il modo di preparare il sale baritico, dal quale gli altri composti, nè di purificare bene il sale di potassio. Ciò nondimeno ho qualche ragione per dubitare che questo β tioacido si trovi fra i prodotti d'ossidazione della tialdina e principalmente della tioaldeide.

L'acido disolforico da me ottenuto, e che considero come *acido etilidendisolforico,* è isomero coll' *acido etilendisolforico* o *disolfoetolico* di Buckton e Hofmann. L'isomeria di questi due acidi si spiega colle formole seguenti:

$$\begin{array}{c} CH_2 . SO_2 . OH \\ | \\ CH_2 . SO_2 . OH \end{array} \qquad \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH<\begin{array}{l} SO_2 . OH \\ SO_2 . OH \end{array} \end{array}$$

acido etilendisolforico — acido etilidendisolforico

Per esame di confronto ho preparato anche l'acido di Buckton e Hofmann valendomi di un processo semplicissimo, cioè del bromuro d'etilene col solfito d'ammonio. Trovai notevoli differenze tra i sali di bario, potassio e sodio.

L'acido etilidendisolforico sino ad ora non era conosciuto, ma però furono fatti alcuni tentativi per ottenerlo; Staëdel [1] credette d'averlo ottenuto allo stato di sale baritico, per l'azione del solfito sodico sul cloruro d'etilidene. Ma le esperienze di Staëdel non furono confermate da Kind [2] il quale invece non riuscì ad ottenere, in questa reazione, altro che l'*acido monocloroetilidensolforico* $CH_3 . CH<^{Cl}_{SO_2 . OH}$.
Bunte [3] ha confermato le esperienze di Kind; egli studiò in diverse maniere l'azione del solfito sodico sul cloruro di etilidene e non potè mai ottenere l'acido indicato da Staëdel, ma bensì l'acido cloroetilidensolforico di Kind; quest'acido per l'azione successiva del solfito sodico o dell'acido solforico si trasforma in aldeide-bisolfito:

$$CH_3 . CH<^{Cl}_{SO_2 . ONa} + H^2O = HCl + CH_3\, CH<^{OH}_{SO_2\, ONa}$$

Wislicenus infatti nel suo eccellente trattato di chimica [4] riportando le esperienze di Kind e Bunte, afferma che l'acido etilidendisolforico non si conosce. Ho tentato ma inutilmente di prepararlo col cloruro d'etilidene ed il solfito d'ammonio.

Preparai il sale di potassio di quest'acido col permanganato potassico e la tialdina e pel sale di bario ho impiegato il permanganato di zinco. Dal sale baritico ottenni l'acido libero e gli altri sali. La tialdina impiegata proveniva dalla fabbrica Trommsdorff.

Acido etilidendisolforico. — Fu ottenuto neutralizzando il sale baritico con acido solforico diluito.

È liquido incoloro, sciropposo, denso, acidissimo, assai solubile nell'acqua e nell'alcool. Lasciato sopra l'acido solforico durante molti giorni dà appena qualche segno di cristallizzazione; scaldato si volatilizza scomponendosi, senza lasciare residuo. Non l'analizzai.

I sali che ho esaminato sono tutti solubili nell'acqua; quelli di potassio, sodio, bario e calcio sono quasi insolubili nell'alcool, quelli di magnesio, zinco, cadmio e rame vi sono solubili. Son ben cristallizzati. I sali alcalini non precipitano nè si colorano col nitrato d'argento, nè col nitrato mercuroso, nè con altri sali di metalli pesanti. Sono molto stabili.

Etilidendisolfato di potassio $C_2H_4(SO_3K)_2$. — Grammi 10 di tialdina polverizzata e sospesa in acqua furono trattati con 45 grammi di permanganato potassico, sciolti in circa 1 litro d'acqua. Il liquido, agitato, si scolora con sviluppo di calore. La soluzione incolora filtrata è neutra od appena alcalina. Evaporato il liquido sino a piccolo volume, fu trattato con idrato baritico in lieve eccesso; nel filtrato feci passare una corrente di gas anidride carbonica, scaldai all'ebollizione e filtrai. Di nuovo evaporato sino a piccolo volume, fu neutralizzato il liquido con poche goccie di acido acetico e dopo concentrazione fu trattato con alcool assoluto in eccesso. Si separa subito una grande quantità del sale potassico cristallizzato che si lava bene con alcool, si ridiscioglie in poca acqua e nuovamente si precipita con alcool, previa

(1) Zeits. f. Chem. 1868 t. IV pag. 272.
(2) Zeits. f. Chem. 1869 t. V pag. 165.
(3) Jahrsb. f. Chem. 1873 pag. 456.
(4) Strecker-Wislicenus, *Lehr. org. Chem.* pag. 419.

filtrazione se fa bisogno. Si ripete varie volte questo trattamento per avere il sale puro. Più puro però si ottiene cristallizzandolo dall'acqua, nel qual caso contiene dell'acqua di cristallizzazione.

Nelle varie preparazioni fatte ottenni sempre 8,5—9 gr. di sale potassico anidro, per ogni 10 gr. di tialdina impiegata, cioè 85 a 90 %.

Alle volte quando s'aggiunge l'idrato baritico il liquido ingiallisce; ciò dipende, sembra, dalla piccola quantità di tialdina non ossidata. Se il sale non è completamente purificato trattiene un poco d'una materia solforata, la quale essendo in piccolissima quantità non altera è vero i risultati delle analisi, ma fa sì che il sale annerisce col nitrato d'argento e col nitrato mercuroso come ho indicato nella mia prima Nota.

Invece di trattare il liquido con barite, si può, dopo concentrazione, trattarlo direttamente con alcool; allora si precipita un miscuglio di solfato ed etilidendisolfato potassico e l'alcool tiene sciolto dell'*acetato potassico* in notevole quantità, cioè circa 80 % della tialdina impiegata. Il precipitato sciolto nell'acqua e trattato con barite fornisce il sale potassico come fu detto. In questo caso si ottiene puro più facilmente.

La quantità di solfato baritico che si forma è un poco variabile; in un esperimento trovai 60 %.

Questo sale (precipitato coll'alcool) asciutto all'aria, è anidro, infatti:

gr. 0,4338 di sostanza, essicati a 135° perdettero solamente 0,0008 di acqua;

gr. 0,3100 scaldati a 125°-135° perdettero solamente 0,0006.

Il sale asciutto all'aria o sopra l'acido solforico diede all'analisi i risultati seguenti:

I. gr. 0,3405 di sostanza, bruciati con cromato di piombo ed ossido di rame in corrente di ossigeno, diedero 0,117 di anidride carbonica e 0,0565 di acqua. La navicella di platino conteneva del cromato di piombo con poco bicromato potassico; il tubo col cromato di piombo conteneva nella parte anteriore, per 20$^{cm.}$, della reticella di rame ossidato.

II. gr. 0,6995 di sostanza fornirono 0,230 di anidride carbonica e 0,103 di acqua.

III. gr. 0,2615 di sostanza, bruciati con carbonato sodico e clorato potassico (metodo Kolbe), diedero 0,4725 di solfato baritico, cioè solfo = 0,0648.

IV. gr. 0,2995 di sostanza diedero 0,535 di solfato baritico, cioè solfo = 0,0735.

V. gr. 0,274 di sostanza fornirono 0,1718 di solfato potassico

VI. gr. 0,2423 » » » 0,1595 » » »

VII. gr. 0,335 » » » 0,2185 » » »

VIII. gr. 0,4002 » » » 0,2608 » » »

IX. gr. 0,4338 » » » 0,2825 » » »

Da cui la composizione centesimale seguente:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
C =	9,37	8,97	—	—	—	—	—	—	—
H =	1,83	1,63	—	—	—	—	—	—	—
S =	—	—	24,78	24,54	—	—	—	—	—
K =	—	—	—	—	28,30	29,51	29,23	29,20	29,30

Le determinazioni del potassio furono fatte sul sale di preparazioni diverse. Questi risultati conducono alla formola $C_2H_4S_2O_6K_2$, per la quale si calcola:

$$\begin{aligned} C &= 9{,}03 \\ H &= 1{,}50 \\ S &= 24{,}10 \\ K &= 29{,}32 \\ O &= 36{,}05 \\ & \overline{100{,}00} \end{aligned}$$

Il sale potassico precipitato coll'alcool cristallizza in laminette prismatiche, lunghe, friabili, aggregate, solubilissime nell'acqua con forte raffreddamento e la soluzione è neutra. È quasi affatto insolubile nell'alcool assoluto, ma un poco solubile nell'alcool ordinario. Scaldato, si rigonfia poi brucia con fiamma azzurra sviluppando anidride solforosa e lasciando un residuo di carbonato e solfuro. Coll'acido solforico sviluppa gas solforoso. Col nitrato d'argento e col nitrato mercuroso non si colora, nè si colora o precipita con altri sali metallici. Le reazioni che ottenni nel principio di queste ricerche si devono attribuire a un poco di materia solforata che il sale precipitato coll'alcool trattiene con molta tenacità o ad un tioacido. Non è ossidato nè dal permanganato potassico, nè dall'acido nitrico, nè dal bicromato potassico ed acido solforico.

Trattando il sale potassico con acido solforico diluito, concentrando ed estraendo il residuo con alcool assoluto si riesce ad ottenere solo una piccola quantità di solfoacido libero; l'alcool riprecipita l'etilidendisolfato e scioglie l'acido solforico. Ciò fu osservato anche da Bender riguardo all'etilendisolfato sodico.

Etilidendisolfato di potassio idrato $C_2H_4(SO_3K)_2 + 2H^2O$. — Questo bellissimo sale si ottiene lasciando svaporare lentamente la soluzione acquosa. Si depongono così de' grossi cristalli prismatici, trasparenti, alcuni dei quali sono lunghi e grossi anche più di un centimetro. L'evaporazione in cassula di platino fornisce de' cristalli più belli che non quando si evapora in vaso di vetro. Perde completamente l'acqua a 100°.

I. gr. 1,8945 di sostanza per disseccazione a 135-140° perdettero 0,2085.

II. gr. 1,5585 di sostanza per disseccazione a 100° perdettero 0,1798.

III. gr. 0,987 di sostanza, scaldati a 100-130° perdettero 0,117

cioè:

	Trovato			Calcolato per $C_2H_4(SO_3K)_2 + 2H_2O$
	I	II	III	
Acqua %	11,00	11,54	11,85	11,91

Questi cristalli sono quasi inalterabili all'aria, però dopo alcuni giorni dimostrano un principio di efflorescenza. L'analisi III fu fatta con cristalli grossi, non stati esposti all'aria e ben asciutti tra carta.

Ne determinai la solubilità nell'acqua:

gr. 2,7900 di soluzione satura a 17° lasciarono un residuo il quale essicato a 140° pesava gr. 1,0910, dunque 64,2 %, ossia:

1 p. di sale anidro si scioglie in 1,56 p. d'acqua a 17°.

Il sale di potassio dell'acido etilendisolforico, cristallizzato dall'acqua, ottenuto da Husemann, è anidro.

Il prof. G. Uzielli ha avuto la gentilezza di incaricarsi dello studio cristallografico dell'etilidendisolfato potassico ed anche del sale baritico.

Etilidendisolfato baritico $C_2H_4(SO_3)_2Ba + 3\,{}^1/_2 H^2O$. — La tialdina è ossidata dal permanganato di zinco ancora più facilmente che non col permanganato di potassio. Per 10 gr. di tialdina, sospesi nell'acqua, impiegai 30-35 gr. di permanganato zincico in 300^{cc} d'acqua e versato a poco a poco. Il liquido filtrato incoloro ed acido, fu neutralizzato con idrato baritico in lieve eccesso; con ciò si precipita solfato di bario e idrato zincico. Nel liquido concentrato si fa passare una corrente di gas carbonico; si fa bollire e nuovamente filtrasi. La soluzione evaporata sino a cristallizzazione si tratta con alcool concentrato e versato a poco a poco. Si depone così il sale baritico in massa bianchissima, di aspetto setaceo e che si purifica ripetendo varie volte questa operazione. L'alcool tiene sciolto dell'*acetato baritico*. In varie preparazioni ne ottenni da 40 a 50 % del peso della tialdina impiegata. Spesse volte il liquido limpido, filtrato dal biossido di manganese, intorbida lasciato a sè e quando si evapora; ciò dipende forse da un composto che si forma tra la tialdina ed i sali di zinco.

L'analisi diede i risultati seguenti:

I. gr. 0,8235 di sostanza essiccata all'aria, scaldati a 105° perdettero 0,0905 e a 165-175° ancora 0,045, in totale = 0,1355.

II. gr. 0,4676 di sostanza, scaldati a 100-105° perdettero 0,0528 e ancora 0,0268 a 140°, in totale = 0,0796; e trattati con acido solforico poi calcinati fornirono 0,2794 di solfato baritico.

III. gr. 0,2188 di sostanza, essiccata a 175°, per fusione con carbonato sodico e nitrato potassico fornirono 0,317 di solfato baritico.

Quindi:

	acqua a 105°			acqua totale		
	trovato		calcolato	trovato		calcolato
	I	II		I	II	
2 mol.	10,97	11,29	11,6	—	—	—
3 ½ mol.	—	—	—	16,45	17,2	16,2

	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3)_2Ba$
Bario	42,34	42,15
Solfo	19,89	19,68

Questo sale cristallizza, per precipitazione dalla soluzione acquosa con alcool, in lamelle od aghi lunghi, sottili, trasparenti, setacei, solubili nell'acqua, quasi insolubili nell'alcool assoluto. Dall'alcool diluito e caldo cristallizza in laminette leggere madraperlacee, le quali somigliano alla difenilsolfurea. Si scompone solo ad alta temperatura. Calcinato entro tubo si carbonizza e dà un residuo di persolfuro. Non è ossidato dal permanganato potassico e si scioglie inalterato nell'acido nitrico.

Ne determinai la solubilità nell'acqua:

gr. 3,749 di soluzione acquosa satura a 22°,5 lasciarono un residuo il quale essiccato a 160° pesava 0,433 cioè 13,06 %;

gr. 3,697 di soluzione satura a 17° lasciarono un residuo che disseccato a 175° pesava 0,3715 cioè 11,16 %; dunque:

1 p. di sale anidro si scioglie in 7,65 p. d'acqua a 22°,5;

1 p. » » » » » » 8,95 p. » 17°

Come dirò più avanti l' etilendisolfato baritico è molto meno solubile.

Sale baritico con $3\,H_2O$. — Cristallizza dall'acqua in belle laminette splendenti. Contiene 3 mol. d'acqua, due delle quali perde facilmente a 100°, ma perde la terza, completamente, solo a 160-165°, come risulta dall'analisi seguente:

gr. 0,4603 di sostanza, a 100° perdettero 0,0458 e a 165° perdettero ancora 0,020, in totale = 0,0658, e trattati con acido solforico poi calcinati fornirono 0,2825 di solfato baritico.

Quindi:

	a 100°		a 165°	
	trovato	calcolato	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3)_2Ba + 3H^2O$.
2 mol.	9,95	9,2	—	—
3 mol.	—	—	14,29	14,17

	trovato	calcolato per il sale anidro
Bario	42,10	42,15

Si noti che il sale baritico dell'acido etilendisolforico sia precipitato con alcool, sia cristallizzato dall'acqua io l'ho sempre ottenuto *anidro*. Anidro parimenti era quello esaminato da Hofmann e Buckton, da Husemann e da Meyer e Wurster. Husemann ottenne anche un etilendisolfato con $2\,H^2O$.

Etilidendisolfato sodico $C_2H_4(SO_3Na)_2 + H^2O$. — Questo sale fu preparato sia neutralizzando l'acido libero con carbonato sodico, sia precipitando a caldo il sale baritico con carbonato di sodio. La soluzione acquosa concentrata fu precipitata con alcool e ripetuto varie volte questo trattamento. Se si ha eccesso di carbonato, si toglie con acido acetico.

L'analisi diede i risultati seguenti:

I. gr. 1,0085 di sostanza asciutta all'aria, scaldati a 135-140° perdettero 0,071.

II. gr. 0,3575 di sostanza fornirono 0,1243 di anidride carbonica e 0,0845 di acqua.

III. gr. 0,3125 di sostanza asciutta all' aria fornirono 0,5705 di solfato baritico.

IV. gr. 0,2912 di sostanza asciutta sopra l'acido solforico diedero 0,1640 di solfato sodico.

Cioè:	I	II	III	IV
C =	—	9,48	—	—
H =	—	2,63	—	—
S =	—	—	25,05	—
Na =	—	—	—	18,23
H^2O =	7,04	—	—	—

Numeri, dai quali si deduce la formola $C_2H_4(SO_3Na)_2 + H^2O$ per la quale si calcola:

C	=	9,50
H	=	2,38
Na	=	18,25
S	=	25,39
H^2O	=	7,14
O	=	37,34

gr. 0,2722 di sale completamente secco a 140° diedero 0,1635 di solfato sodico, cioè:

	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3Na)_2$
Sodio	19,45	19,65

Questo sale cristallizza in piccole lamelle lunghe, sottili, splendenti, di aspetto setaceo. Si scompone solo a temperatura alta dando un residuo di solfuro e di carbonato; brucia con fiamma azzurra. Non perde l' acqua nè stando all' aria nè sopra l'acido solforico. È solubile nell'acqua, quasi insolubile nell'alcool assoluto e pochissimo nell' alcool ordinario.

Determinai la solubilità nell' alcool ordinario:

gr. 18,217 di soluzione satura a 24°,5 lasciarono un residuo che disseccato a 130° pesava 0,003; dunque 1 p. di sale anidro si scioglie a 24°,5 in 6071 p. d'alcool ordinario (circa 90 %). Il sale di sodio dell'acido etilendisolforico, nelle stesse condizioni del precedente, contiene $2H^2O$ ed è un poco più solubile nell'alcool.

Etilidendisolfato di calcio $C_2H_4(SO_3)_2Ca$. — Preparato dall' acido per neutralizzazione con carbonato di calcio.

È cristallizzato, solubile nell'acqua, insolubile, o quasi, nell'alcool. Per l'azione del calore sviluppa gas solforoso e gas solfidrico; brucia con fiamma azzurra e dà residuo di carbone, solfato e solfuro. È anidro, infatti:

gr. 0,5222 del sale asciutto all'aria, scaldati a 105° poi sino a 190°, perdettero appena 0,0057. Il residuo secco fornì 0,307 di solfato di calcio:

	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3)_2Ca$
Calcio	17,45	17,54

Etilidendisolfato di magnesio $C_2H_4(SO_3)_2Mg + 5H^2O$. — Dal sale baritico col solfato di magnesio. La soluzione concentrata non precipita coll' alcool; separato il lievissimo eccesso di solfato di magnesio, evaporai l'alcool ed aggiunsi poca acqua al residuo. La soluzione abbandonata all'evaporazione spontanea fornisce il sale magnesico in bei cristalli incolori, solubilissimi nell'acqua e nell'alcool, non deliquescenti. Non si altera a 160°. Perde 4 mol. d'acqua a 105—140° ed il resto non perde nemmeno a 160—180°.

I. gr. 0,5624 di sostanza asciutta all'aria, per disseccazione a 105° perdettero 0,1294 e diedero 0,213 di solfato magnesico.

II. gr. 0,4965 scaldati a 105—140° perdettero 0,1175 e fornirono 0,192 di solfato magnesico. A 180—200° perde acqua e si scompone.

III. gr. 0,8842 di sostanza per disseccazione a 110—165° perdettero 0,2022 e fornirono 0,3188 di pirofosfato magnesico:

Da cui:

	trovato			calcolato
	I	II	III	
Per 4 mol.	23,01	23,66	22,85	23,84
				calcolato per $C_2H_4(SO_3)_2Mg + 5H^2O$
Magnesio	7,57	7,73	7,79	7,94

Etilidendisolfato di cadmio $C_2H_4(SO_3)_2Cd + 2H^2O$. — Dal sale baritico col solfato di cadmio. La soluzione concentratissima non precipita coll' alcool assoluto. La soluzione acquosa posta sopra l'acido solforico cristallizza dopo alcuni giorni. È deliquescente e perde l'acqua di cristallizzazione assai lentamente anche a 160°:

gr. 0,548 di sostanza asciutta sopra l'acido solforico, scaldati a 100° perdettero quasi nulla, da 100—160° perdettero 0,056. Il residuo sciolto, fornì 0,2335 di solfuro di cadmio, quindi:

	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3)_2Cd + 2H_2O$
H_2O	10,22	10,70
Cd	33,14	33,33

Sale di zinco. — È solubilissimo nell'acqua e nell'alcool. Dalla soluzione acquosa cristallizza per lenta evaporazione ma difficilmente. È assai deliquescente. Non l'analizzai perchè non fu ottenuto allo stato di sufficiente purezza.

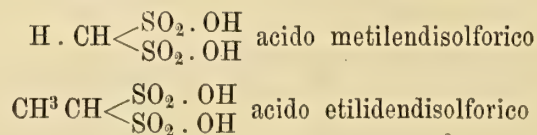
Etilidendisolfato di rame $C_2H_4(SO_3)_2Cu + xH_2O$. — Si ottiene dal sale baritico col solfato di rame. La soluzione azzurra evaporata a b. m. depose un poco di ossido rameoso ed il liquido assume reazione acida marcatissima. Filtrato ed evaporato sopra l'acido solforico si depose il sale rameico in lunghi e sottili aghi azzurri, i quali sono assai deliquescenti. Lo potei analizzare solo dopo molti giorni che stette sopra l'acido solforico. In questo stato pare contenga *una* molecola d' acqua di cristallizzazione, ma quando si scalda al disopra di 130—140° si decompone:

gr. 0,4446 di sostanza per disseccazione a 100° perdettero 0,0292 e diedero 0,132 di ossido rameico, quindi:

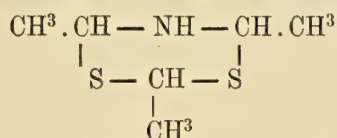
	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3)_2Cu + H^2O$
H_2O	6,56	6,68
Cu	23,71	23,50

Questo solfoacido è il primo acido disolforico corrispondente al radicale di un'aldeide, eccettuato l'acido metilendisolforico di Buckton e Hofmann, il quale si può considerare come il vero omologo del mio solfoacido:

$$H.CH{<}{\begin{matrix}SO_2.OH\\SO_2.OH\end{matrix}} \quad \text{acido metilendisolforico}$$

$$CH^3CH{<}{\begin{matrix}SO_2.OH\\SO_2.OH\end{matrix}} \quad \text{acido etilidendisolforico}$$

Gli acidi succinico ed isosuccinico corrispondono agli acidi etilendisolforico ed etilidendisolforico.

Io non voglio entrare in discussione sulla formola della tialdina dalla quale questo disolfoacido proviene; questa sostanza molto complessa ha forse bisogno di molti altri studî e la formazione dell'acido etilidendisolforico non è sufficiente per stabilire una formola piuttostochè un'altra; si può affermare solamente che nella tialdina vi dev'essere un gruppo $CH_3.CH<^{S}_{S}$, cioè che i due atomi di solfo sono uniti ad un medesimo atomo di carbonio. In questo senso la formola:

$$\begin{array}{ccccc} CH^3.CH & - & NH & - & CH.CH^3 \\ | & & & & | \\ S & - & CH & - & S \\ & & | & & \\ & & CH^3 & & \end{array}$$

proposta da Erlenmeyer (1) nel suo pregevolissimo trattato di chimica ed accettata da Wislicenus (2) verrebbe confermata dalle mie ricerche.

Acido etilendisolforico. — Ho voluto preparare alcuni sali di quest'acido per confrontarli con quelli dell'acido etilidenico da me ottenuto. E perchè le esperienze di confronto avessero maggior valore, preparai i sali di bario, sodio e potassio in simili condizioni nelle quali ottenni i sali etilidenici.

L'acido etilendisolforico preparato da Buckton e Hofmann nel 1856 (3) trattando il propionitrile e la propionamide coll'acido solforico fumante; fu ottenuto anche da Buff (4) ossidando con acido nitrico il solfocianato d'etilene, da Husemann (5) trattando il solfocarbonato d'etilene con acido nitrico, da Werner nel 1862 (6) ossidando il solfidrato d'etilene, da Bender (7) per l'azione del solfito sodico sul bromuro d'etilene e finalmente da Meyer e Wurster (8) sciogliendo il nitroetana nell'acido solforico fumante.

Preparai quest'acido dal bromuro d'etilene col solfito d'ammonio. Il solfito d'ammonio invece del solfito sodico per la preparazione de' solfoacidi fu proposto da Hemilian (9); io in questo caso ottenni buoni risultati:

gr. 20 di bromuro d'etilene bollente 129—130,°5, furono fatti bollire con 60—70 gr. di soluzione satura di solfito ammonico, in apparecchio a ricadere, sino a che tutto il bromuro d'etilene fosse disciolto; a questo scopo non bisognarono più di 6 a 7 ore. Feci bollire il liquido limpidissimo con ossido di piombo recentemente precipitato, ma visto che di questo se ne scioglieva pochissimo e che faceva d'uopo forse di una troppo prolungata ebullizione, trovai più utile togliere il poco piombo

(1) *Lehr. d. org. Chem.* 1867 pag. 309.
(2) *Lehr. d. org. Chem.* pag. 424 e 420.
(3) Ann. de Chim. et Phys. (3) t. 49, 1857, pag. 500, 501 e Ann. d. Chem. t. 100 pag. 429.
(4) Ann. d. Chem. t. 100 pag. 232.
(5) Ann. d. Chem. t. 126 pag. 269.
(6) In Erlenmeyer, *Lehr. d. org. Chem.* pag. 321.
(7) Ann. d. Chem. t. 148 pag. 96.
(8) Berichte d. deut. chem. Gesell. 1873, t. VI pag. 1170.
(9) Berichte 1873 pag. 562.

col solfidrico e far bollire il filtrato con eccesso d'idrato baritico sino a che non si sviluppasse più ammoniaca. Evaporato il liquido filtrato, incoloro, si separa l'etilendisolfato baritico cristallizzato insieme ad un poco di bromuro di bario. Sciolsi la massa nell'acqua e precipitai con alcool. Ripetei l'operazione alcune volte sino a che ottenni il sale privo affatto di bromuro, il che si consegue assai facilmente. Per ogni 20 gr. di bromuro d'etilene ottenni 26 a 28 gr. di sale baritico, cioè quasi la quantità teorica.

L'etilendisolfato baritico così ottenuto è bianchissimo, cristallizzato in sottili aghi, alle volte uniti a stella. È anidro:

I. gr. 1,1585 di sale asciutto tra carta, scaldati a 140—160° perdettero appena 0,0015;

II. 0,2382 di sale asciutto all'aria fornirono 0,1700 di solfato baritico cioè:

	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3)_2Ba$
Bario %	41,95	42,15

Una parte di questo sale feci cristallizzare dall'acqua bollente; si ha così in belle laminette splendenti ma anche in questo modo ottenuto è anidro, infatti:

gr. 1,2495 di sostanza, scaldati a 105° perdettero solamente 0,001 e a 170° non si osserva diminuzione di peso. Dunque sia precipitato coll'alcool sia cristallizzato dall'acqua differisce dall'etilidendisolfato baritico. Ma notevole differenza si ha pure nella solubilità, essendo l'etilendisolfato molto meno solubile:

gr. 15,6905 di soluzione satura a 21° lasciarono un residuo che essiccato a 165° pesava 0,695.

gr. 9,545 di soluzione satura a 17° lasciarono un residuo secco = 0,264; dunque

1 p. di sale si scioglie in 21,59 p. d'acqua a 21°
1 p. » » 35,1 p. » 17°

Etilendisolfato sodico $C_2H_4(SO_3Na)_2 + 2H^2O$. — Preparato dal sale baritico come l'etilidendisolfato corrispondente.

gr. 1,192 di sostanza asciutta all'aria, per disseccazione a 110° perdettero 0,158. A 140° non perde più di peso; dunque:

	trovato	calcolato per $C_2H_4(SO_3Na)_2, 2H^2O$
H^2O %	13,26	13,33

Il sale analizzato da Husemann conteneva 2 ½ mol. e quello ottenuto da Bender solamente 2 mol. come il sale da me preparato.

È un poco più solubile nell'alcool, difatti: gr. 27,7565 di soluzione satura a 21° diedero un residuo che essiccato a 110° pesava 0,0065 cioè:

1 p. di sale si scioglie in 4269 p. d'alcool ordinario.

Etilendisolfato potassico $C_2H_4(SO_3K)_2$. — Precipitato coll'alcool cristallizza in aghi incolori, anidri:

gr. 1,7275 di sostanza, per disseccazione a 140° perdettero appena 0,001.

È meno solubile nell'acqua, che il suo isomero etilidendisolfato:

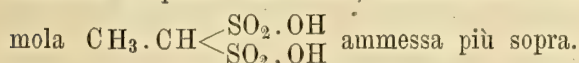
gr. 4,818 di soluzione satura a 17° lasciarono un residuo che disseccato a 140° pesava gr. 1,3220, dunque; 37,8 %, ossia:

1 p. di sale si scioglie in 2,64 p. d'acqua a 17°.

Cristallizza bene dall'acqua ed Husemann ha dimostrato che così ottenuto è *anidro*.

Riassumo nel quadro seguente le principali differenze che riscontrai tra i sali di questi due acidi:

	Acido etilidendisolforico	Acido etilendisolforico
Sale di bario precipitato coll'alcool	con 3 ½ H^2O	anidro
Sale di bario cristallizzato dall'acqua	con 3 H^2O	anidro
Solubilità del sale baritico	1 p. in 8,95 d'acqua a 17° 1 p. » 7,65 » a 22°5	1 p. in 35,1 p. d'acqua a 17° 1 p. » 21,59 p. » a 21°
Sale di sodio precipitato con alcool (¹)	con H^2O	con 2 H^2O
Sale di potassio cristallizzato dall'acqua . . .	con 2 H^2O	anidro (Husemann, Buff).
Solubilità del sale potassico nell'acqua . . .	1 p. in 1,56 p. d'acqua a 17°	1 p. in 2,64 p. d'acqua 17.°

Questi risultati e le differenze tra gli altri sali e quelli esaminati così bene da Husemann per l'acido etilendisolforico, mi sembra non debbano lasciar dubbio sulla isomeria di questi due acidi; isomeria che io non posso spiegare se non colla formola $CH_3.CH<^{SO_2.OH}_{SO_2.OH}$ ammessa più sopra.

Acido etilidendisolforico dalla tioaldeide. — La tioaldeide trattata come la tialdina col permanganato di potassio fornisce anch'essa dell'*acetato potassico*, dell'*acido solforico* e l'*etilidendisolfato potassico* che cristallizza dall'acqua: $C_2H_4(SO_3K)_2, 2H^2O$. Nelle acque madri dalle quali si depose questo sale si trova inoltre un sale potassico, più solubile che cristallizza difficilmente e che coll'alcool precipita allo stato oleoso. Possiede le proprietà dei tioacidi; precipita coll'acetato di piombo, col nitrato d'argento in giallo e poi nero, col nitrato mercuroso in nero.

Insieme a questi prodotti si trova inoltre una materia molto solforata, la quale cristallizza assai bene dall'acqua bollente e si separa facilmente quando evaporasi a piccolo volume il liquido proveniente dalla reazione. In maggiore quantità si ottiene una sostanza simile a questa, però molto meno fusibile, impiegando il permanganato di zinco ma allora non si ottiene l'etilidendisolfato. Quando avrò terminato lo studio completo di questi prodotti, che non ho ancora ottenuto se non in piccola quantità, darò i particolari anche delle analisi dell'etilidendisolfato.

Gli stessi risultati ho conseguito sia con tioaldeide commerciale sia con tioaldeide che preparai mediante il gas solfidrico, l'aldeide etilica e successivo trattamento con acido cloridrico.

È probabile, come suppose non è molto anche Klinger, che la tioaldeide di Weidenbusch, preparata come fu detto, non sia una unica sostanza.

(¹) Non tengo in considerazione la differenza osservata riguardo alla solubilità nell'alcool perchè questi sali, essendo così poco solubili, una piccola quantità d'impurezza od altro, ne può aver alterato di molto i risultati.

Sull'ambra di Sicilia e sugli oggetti in essa rinchiusi.
Nota del dott. H. R. GOEPPERT

professore a Breslavia

presentata dal Presidente Q. SELLA

nella Seduta del 1 dicembre 1878.

Pare strano che l'esistenza in Sicilia di una sostanza tanto pregevole, quale è l'ambra, sia stata sconosciuta al tempo classico dei Greci e dei Romani. E. Teofrasto (*De lapidibus* § 29) dice soltanto « doversi l'ambra considerare come minerale perchè scavata in Liguria », della quale località è pure fatta menzione nel § 16 del lavoro citato.

Fuori di questo, non si parla che della sua facoltà di attrarre i corpi leggeri: mancano affatto le indicazioni sui colori, sui luoghi in cui si trovava ecc.: cfr. ibid. § 28 e *Historia plantarum* 9, 18, 2.

Plinio non dice niente dell'esistenza dell' ambra (« electrum », « succinum », « sucinum ») in Sicilia, nè nel passo principale ove descrive l'ambra (37, 30), nè altrove nella *Historia naturalis.* Nel 37, 33 del citato libro Plinio riporta la notizia di Teofrasto sull'ambra di Liguria, senza aggiungervi alcuna parola che constati o neghi il fatto. In seguito, il medesimo autore narra che Filemone dice cavarsi l'ambra in due luoghi della Sicilia, nell'uno « candidum atque cerei coloris », nel-l'altro « fulvum ».

Egli stesso però (secondo 37, 41 e 46) pare creda soltanto all'esistenza del-l'ambra in Prussia e nell'India.

Nel 37, 47 enumera come colori naturali dell' ambra « candidum, cerinum, fulvum », e di queste varietà dice essere stimata la migliore quella del colore del vino Falerno, chiamata perciò anche « Falernum » (sarà dunque stata di colore rosso vinato o rosso intenso).

La colorazione artificiale dell'ambra è menzionata nel 37, 48 ed alla fine del 37, 55; in quest'ultimo luogo è pure detto che l'ambra tinta in turchino serviva per imitare l'ametista.

Quando, e da chi sia stato parlato per la prima volta dell'esistenza dell'ambra in Sicilia, non sono riuscito a scoprire: ne ho trovato la prima menzione in « Brard, *Traité des pierres précieuses*, Paris 1808 ». L'ambra fu trovata all' imboccatura di parecchi fiumi: a grandi pezzi in quella del Giarretta presso Catania; poi presso Licata, Girgenti, Capo d'Orto e Terranuova.

In Germania quel fatto era allora così poco conosciuto, che T. F. John, nella sua pregevole *Naturgeschichte des Bernsteins,* Cöln 1816, parte I pag. 234, per la constatazione di quelle notizie credette necessario di riferirsi a Goethe il quale gli aveva mostrato dei pezzi di Sicilia di colore giallo di vino e giallo di miele. Se Goethe ha portato seco quei pezzi dal suo viaggio in Italia, resta provato che fin dal secolo scorso l'esistenza dell'ambra in quei luoghi non era sconosciuta.

Secondo Friedrich Hoffmann (*Karsten's Archiv für Mineralogie* 1839, vol. 13 pag. 12, 54, 85, 501) l'ambra presso Castrogiovanni e Calascibetta giace nelle più antiche formazioni secondarie, presso l'ultima città in un'arenaria brunastra e porosa, assieme a ciottoli di quarzo della grandezza di un pisello, ed a legno bituminoso rassomigliante alla lignite.

Mentre Hoffmann attribuiva in quel tempo i suddetti strati alla formazione cretacea, altri li mettevano fra quelli della terziaria.

Il Giarretta o « fiume di san Paolo » prende l'ambra dagli indicati strati e la conduce nel mare presso Catania, d'onde è rigettata sulle spiagge dei contorni.

È per ciò che tutti i pezzi di ambra di Sicilia che io finora ho visti, mostrano traccie di arrotondamento.

Il Gemellaro padre ha pure scritto (almeno per quanto io me ne ricordo) sull'ambra di Sicilia, ma al presente non saprei indicare con esattezza il rispettivo lavoro.

Che vi si trovano rinchiusi degli insetti, lo dice il Maravigna, professore di chimica all'università di Catania, in una lettera a Guérin-Meneville (*Revue zoologique* par la Societé Cuviérenne t. I p. 1838).

Il medesimo autore ne assegna il giacimento al terreno terziario, e, trovando gl'insetti rinchiusivi vicini alle attuali specie, suppone che queste ultime siano discese dalle altre in seguito ad una trasformazione.

Guérin-Meneville e Lefèbure determinarono e disegnarono questi insetti: essi trovarono i generi identici ai nostri, le specie però diverse, almeno per quanto possa essere sicura la classificazione, attesa la cattiva conservazione dei campioni.

Alcuni anni dopo, Rondani di Parma fece (*Revue zoologique* 1840 pag. 379, 380) qualche correzione, specialmente ai disegni, i quali non piacevano neppure ad Erichson (*Entomologischer Jahresbericht für das Jahr* 1838).

Al sig. H. Hagen si offrì l'opportunità di vedere trenta pezzi d'ambra di Sicilia, conservati nel museo di Oxford, e contenenti insetti, fra i quali egli trovò parecchie termiti che si riscontrano molto più di rado nell'ambra di Prussia [1]. Egli racconta che, esaminando 15000 pezzi di ambra della Prussia, vi trovò 150 termiti, delle quali quattro quinti appartenevano al *Termites antiquus*.

Il fatto, che nel numero così piccolo di pezzi osservati ad Oxford si trovarono tre specie di Termites, di cui una con un considerevole numero di *operai* (i quali mancano nell'ambra di Prussia), indusse Hagen a credere, che l'ambra della Sicilia provenisse da altri alberi che quelli di Prussia, e che contenesse una fauna diversa.

I colori dell'ambra siciliana sono molto più svariati di quelli della Prussia. Fra il numero piuttosto piccolo di pezzi da me visti si trovano esemplari colorati in una particolare tinta gialla non comune tra quelle dell'ambra, altri colorati in rosso giacinto, in verde, in verde di crisolito ed anche in un turchino tendente al zaffiro, colore pure dei più rari.

Il nostro distintissimo anatomico, già da molto tempo defunto, prof. Adolph Otto, ne portava nel 1840 dalla Sicilia, frammisto ad altri, anche un siffatto pezzo turchino,

[1] Cfr. Entomologische Zeitung, herausgegeben von der Entomol. Gesellschaft in Stettin 1862, p. 512-514, e: Entomolog. Meklenburgisches Intelligenzblatt 1861 p. 167.

il quale, dopo la sua morte, per quanto io sappia, è andato a far parte delle collezioni del gabinetto mineralogico di Berlino.

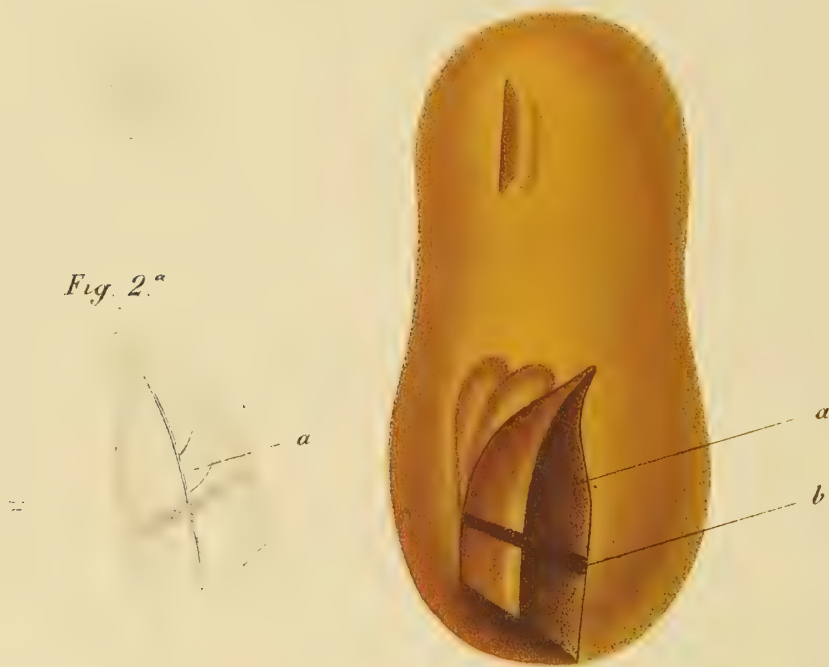
Un solo campione, di colore verdastro simile al crisolito, conteneva cellule parenchimatiche, quali si riscontrano nella corteccia delle Conifere; un vegetale perfetto mi venne sotto gli occhi soltanto più tardi, per la squisita cortesia e compiacenza del mio collega ed amico sig. dott. Kny di Berlino (1870), il quale aveva chiesto dieci anni or sono, al sig. dott. Gemellaro di Palermo il pezzo che lo conteneva, per essere da me studiato. Esso fu trovato presso Catania ed è conservato nel museo di Palermo.

Laurus Gemellariana Göppert

Fig. 1. Magnitudo, et color naturalis *a* folium *b*.
Fig. 2. Idem Lat. superior.
Fig. 3. Contentus parenchimat. superfic.

La fig. 1 ci mostra quel pezzo in grandezza naturale, in modo che si vede la faccia inferiore della foglia; la faccia superiore è raffigurata al n. II. L' ambra in cui essa è rinchiusa, ha nella parte superiore colore giallo, nella inferiore invece (nella vicinanza della foglia e sui margini) un colore rosso-granato fluorescente, che io non ho mai osservato nell'ambra di Prussia. Il detto pezzo ha 3 $^1/_4$ pollici di lunghezza e da $^1/_2$ a $^1/_3$ di larghezza.

Benchè la foglia non sia intiera, mancando probabilmente un terzo della base, essa fu per me tuttavia di grande interesse, come il primo vegetale che si conosca rinchiuso nell'ambra di Sicilia.

La foglia di forma largamente lanceolata, si termina lentamente in una punta un po' curvata da un lato; il margine è affatto integro; la consistenza forte e coriacea.

La lamina è rotta verso la metà, ma i margini della rottura sono vicini. La faccia inferiore segue la curvatura dell'ambra, cosicchè non si può vederla tutta di un tratto; questo è possibile soltanto per la faccia superiore (fig. 2).

Dal punto di rottura in giù esiste soltanto un resto sottile membranaceo della foglia, colla nervatura mediana e con traccia di una striscia laterale, che forse appartiene ad una nervatura secondaria spostata dalla sua posizione normale. Si può quindi concludere, che la foglia, prima di essere rinchiusa, si sia trovata in istato di incipiente putrefazione.

La nervatura mediana è molto distinta e sulla faccia inferiore, provvista di una costa acuta (fig. 1), nella faccia superiore si vede un po' depressa; essa si prolunga fino all'apice della foglia. Delle nervature laterali si riscontrano soltanto piccole traccie sulla faccia superiore (fig. 2), vicine alla metà: sotto il microscopio poi si vedono qua e là delle reti poligonali di nervature.

Nell'ambra di Prussia non ho finora osservato una simile foglia: essa rassomiglia però ad una foglia del *Laurus tristaniaefolia* Web. della « Rheinische Braunkohlenformation », la quale fu pure trovata dai sig. Menge e Kaddach nella «Preussische Braunkohle » presso Nixhoeft.

Siccome inoltre parecchi fiori e foglie appartenenti alla famiglia delle *Laurinee* sono stati scoperti nell'ambra dal mio distintissimo amico Menge, io mi trovo indotto ad attribuire la nostra foglia a questa famiglia, facendo però notare, che la sicurezza delle determinazioni, come avviene per molte piante terziarie, può essere soltanto relativa.

La chiamo poi *Laurus Gemellariana nob.* dal nome di quei naturalisti, che già per due generazioni, di padre in figlio, hanno acquistato tanto merito per la conoscenza di questo interessante fossile.

Mi sia lecito d'aggiungere qui un sommario delle mie ricerche relative alle conifere che producevano altra volta l'ambra, almeno per quanto si può concludere dalla loro struttura anatomica.

Le determinazioni dei legni fossili secondo la loro struttura sono soggette a grandi difficoltà: le tesi però pronunziate da me fin dal 1843, e dopo nel 1850 nella mia « *Monografia delle conifere fossili* » sono state riconosciute esatte da altri cultori di quel difficile tema, i quali se ne sono approfittati. Nella determinazione dei legni fossili giungiamo alla sicurezza completa, in questo come in altri casi, soltanto quando troviamo i rispettivi organi di vegetazione e di fruttificazione coesistenti ed ancora aderenti al legno stesso. A questo riguardo però la flora dell'ambra, per le minute proporzioni dei campioni, ci offre maggiori difficoltà delle altre.

Dopo aver aspettato invano per più di trent' anni il completamento del materiale ripetendo le mie ricerche, non voglio ritardar più oltre la loro pubblicazione.

Già fin dal 1850 ed anche più tardi ho trovato, fra il numero straordinariamente grande dei legni bituminosi e petrificati della formazione terziaria, quasi soltanto delle

conifere: solamente tre campioni mi occorsero di legno appartenente ad alberi frondosi « Laubhoelzer », le cui foglie si riscontrano tanto numerose in quegli strati. Probabilmente nelle conifere la ricchezza di resina ha avuto un effetto conservatore, mentre le dicotiledoni senza resina erano soggette ad una più rapida distruzione.

Lo stesso fatto si ripete nei legni della formazione dell'ambra. Frantumi di legno, sorpassanti in lunghezza un pollice, sono generalmente rari: ne ho visti venti o trenta. Molto più frequenti invece sono le scheggie, che accompagnano quasi tutti gli altri oggetti rinchiusi ed abbondano specialmente nell' ambra di colore oscuro, nel così detto « Grus », che non è usato se non nella fabbricazione di vernici o per la distillazione. Osservando al microscopio quasi quattrocento pezzi ho sempre trovato soltanto le cellule di conifere facili a riconoscere, mentre mancavano affatto le traccie del legno di alberi angiospermi, che si distingue così facilmente pei suoi vasi punteggiati e pei raggi midollari composti di molti strati.

Dalla forma dei pezzi rinchiusi, si vede che nei boschi d'ambra, precisamente in una attuale foresta vergine di alberi gimnospermi (per esempio nel Boehmerwald) tutto il terreno era coperto da scheggie di legno di conifere in ogni possibile stato di conservazione.

Ma dove mai sono rimasti i frantumi di legno degli alberi frondosi, le cui foglie, fiori, frutti e semi ci occorrono sovente ottimamente conservati nell' ambra, ciò che fa concludere per la loro presenza contemporanea in quei boschi? Eppure essi erano frequentissimi, come è provato non tanto dal numero (poco considerevole) dei pezzi rinchiusi, quanto dall'abbondanza veramente straordinaria di peli stellati appartenenti alle quercie, che il microscopio ci mostra quasi in ogni pezzo di ambra pellucido.

Per quale ragione non si sia conservato il legno di questi roveri, faggi, castagni, betule, ontani e salci, che vegetavano associati alle Cupressinee di ogni zona, agli alberi subtropici di canfora, alle Proteacee, alle Acaciee ed alle Ericacee del settentrione nei boschi da ambra, è difficile comprendere, ed io oso appena dare una risposta riferendomi alla mia sopracitata ipotesi sulla conservazione del legno delle conifere. Nè pare meno strano, che fra tutti i legni bituminosi dell'ampelite (compresi quelli della Prussia), almeno per quanto io finora ne sappia, non siano mai state trovate delle specie di alberi ambriferi.

Tanto i legni bituminosi dell'ampelite prussiana, che sono a mia disposizione, quanto quelli trovati dal Runge e da me nella così detta *terra azzurra* « Blaue Erde » del Samland, che è così famosa per la sua ricchezza di ambra, sono identici a quelli degli altri strati d' ampelite della Germania settentrionale, e si possono con certezza considerare (per esempio *Cupressinoxylon ponderosum* e *Cupr. Protolarix* ed altri) come piante caratteristiche, anche se in piccolissimi campioni.

Soltanto l'ambra, trovata una volta da Rink nell'ampelite stessa sulla Hafeninsel al settentrione della Disco Insel nella Groenlandia settentrionale, e associata con legno (*Pinites Rinkianus Vaupell*) mi sembra fare una eccezione: non posso però decidere, se la faccia pure il *Pinites Breverianus Mercklin* dell' ampelite di Gischiinsk nel Kamtschatka.

Delle otto specie da me stabilite nel 1843 e 1853, dopo aver ripetuto le più scrupolose ricerche, io ne ritengo adesso solamente sei, cioè:

1. *Pinites succinifer* e

2. *P. eximius* vicini ai nostri *Pinus Picea* ed *Abies L.*

3. *Pinites Mengeanus* e

4. *Pin. radiosus* anch'essi rassomiglianti al gruppo degli *Abies.*

5. *Pinites stroboides*, la specie più frequente, specialmente in ischeggie, che si avvicina molto al *Pinus Strobus* e

6. *Pinites anomalus*, che presenta soltanto poche analogie col *Pinus sylvestris.*

Non ho mai trovato legno di radici, distinto assai bene per le punteggiature disposte fittamente in due righe, se non in un caso, che credeva potere attribuire al *Pinites eximius.*

I caratteri distintivi delle specie sono presi, come feci altre volte, non tanto dalla struttura delle punteggiature, quanto da quella dei raggi midollari, caratteri usati poco tempo fa anche da C. Cramer nella determinazione di legni artici per costituire delle specie nuove e buone.

Tutte le specie da me distinte non appartengono alle Cupressinee, ma alle Abietinee. Però sul loro nesso coi fiori, cogli strobili e colle foglie delle Abietinee trovate nell'ambra, si possono soltanto pronunciare delle ipotesi, poichè nè io, malgrado tutte le necessarie ricerche, nè il mio distintissimo collaboratore sig. Menge, siamo riusciti a trovarli in unione organica coi legni dell'ambra. Nè è mai stata trovata traccia di una cicatrice di foglia, che avrebbe bastato per far conoscere e distinguere, con quale dei tre generi *Abies*, *Pinus* e *Picea* (nel senso di Link) si aveva da fare.

Per queste circostanze ci vediamo sgraziatamente obbligati a dar loro per anco nuovi e particolari nomi di specie, benchè siamo quasi certi che appartengono all'uno o all'altro dei legni da noi distinti. È difficile di separare l'*Abies Reichii* e l'*Abies elongata G. et Menge*, come lo strobilo dell'*Abies Wredeana* dai juli maschili e dagli strobili della *Pinus Abies L.*

Lo stesso possiamo dire dell'*Abies obtusata* e dell'*Ab. rotundata G. et M.*, che non sarebbero altro che giovani strobili.

Quanto alle foglie, gli aghi del *Pinus subrigida* riuniti tre a tre ne mostrano la relazione col *Pinus rigida*, quelli del *P. triquetrifolia* e del *P. trigonifolia* col *Pinus Taeda*, quelli finalmente del *Pinus sylvicola* col *P. sylvestris.*

Analoghe alle specie di *Abies* mi sembrano *A. obtusifolia*, *A. mucronata* e *A. pungens G. et M.:* le foglie di quest'ultima sono singolarissime, appiattite con due nervature, come le troviamo nella Sciadopitys del Giappone.

Le foglie di *Pinus* possono benissimo appartenere al legno chiamato *Pinites stroboides* e *Pin. anomalus*, quelle dell'*Abies* invece agli altri legni fossili.

Più sicuri risultati sulla analogia colla flora attuale otteniamo nelle numerose (diciassette) specie di Cupressinee, perchè in parte sono conservate coi relativi fiori dei due sessi, ciò che accade principalmente in qualche specie di Thuja, che possiamo direttamente identificare colla *Thuja occidentalis* e *Th. orientalis.*

Libocedrites salicornioides Ung., *Thujopsis europaea Saporta*, *Glyptostrobus europaeus* e *Taxodium distichum* sono communi alla nostra flora ed a quella della formazione terziaria.

Anche O. Heer si è adesso persuaso dell'identità di quell'ultima specie coll'attuale

Taxodium distichum, che io aveva già dimostrata nella mia *Flora von Schossnitz*, 1853; ma egli attribuisce stranamente quella scoperta non a me, ma a se stesso, quantunque in quel tempo non credesse le specie identiche, ma soltanto omologhe.

Compresa la *Ephedra* (scoperta già da qualche tempo e riconstatata ultimamente dal mio pregiatissimo collaboratore Menge) il numero delle conifere constatate finora nell'ambra è di *trentanove*, delle quali, come di tutte le altre piante ritrovate nell'ambra, tratterà più estesamente la nostra *Bernsteinflora* che vedrà fra poco la luce.

Frattanto il professore Menge ha scoperto nell' ambra stessa i fiori e le foglie di una Laurinea caratteristica per tutta la formazione media terziaria, che rassomigliano a quelli di *Camphora* o del vicino genere *Cinnamomum*, cioè la *Camphora prototypa*.

Anch'io, in conferma di questa interessante scoperta, trovai, tra gli organismi dell'ambra lasciati a me, per essere determinati, dagli eredi del defunto consigliere sanitario dott. Berendt di Danzig, un'altra piccola infiorescenza composta di tre fiori d'una specie estremamente simile alla vivente *Camphora officinarum.* Oltre a ciò rinvenni una piccola fogliolina di una felce tropica, *Sphenopteris phyllocladioides*, e, per la prima volta nella flora dell'ambra, una foglia che rappresenta un tipo della Nuova Olanda, *Hakea Berendtiana,* le quali specie tutte verranno bentosto disegnate altrove.

Su la composizione delle rocce della miniera di Montecatini.
Memoria del prof. EMILIO BECHI
approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 2 febbraio 1879.

L'onore, che mi ha fatto l'illustre Accademia de'Lincei, d'inserire ne'suoi Atti la Memoria su la *Teorica dei Soffioni boraciferi*, io lo riconosco dalla bontà degli egregi relatori, i quali, decretandone la stampa, certamente vollero darmi animo a proseguire in quelle osservazioni ed esperienze, già cominciate in essa Memoria. E di ciò, a dir vero, io ne resto sommamente obbligato; per la qual cosa reputo mio debito di presentare gli studî di alcune rocce della miniera di Montecatini.

Dico dunque che la roccia, che trovasi all'ottavo piano della miniera, e che impasta il minerale del filone, fu da me cimentata in più e diversi modi, a fine di riconoscere la sua composizione, e la quantità di Boro che conteneva. Questa roccia ha color bigio chiaro; si sfalda facilmente; è liscia e sdrucciolevole al tatto; e quando è bagnata, facilmente si spappola in mano. È stata conosciuta col nome di *Losima serpentinosa*, ed è sì tenera da lasciarsi raschiare dall'unghia, essendo la sua durezza uguale a 1. Però di tanto in tanto ci si trova mischiato qualche nocciolетto più duro; come pure ci si vede con la lente qualche granello minutissimo di calcopirite: di modo che il suo peso specifico, fatto con mezzo artificioso, perchè non si spappoli nell'acqua, sarebbe 2, 4; ma varia quando per appunto c'è qualche granellino di minerale. Lasciata alla temperatura ordinaria, senza averla tenuta per qualche tempo a una temperie di + 100°, ho trovato ch'era così composta:

Anidride silicica.	36, 36
Allumina	18, 00
Protossido di ferro	6, 16
Calce	1, 05
Magnesia	21, 18
Perdita al calore	17, 25
Ossido di manganese } Acido Borico }	tracce
	100, 00

La perdita, che fa quando è infocata ben bene, non è dovuta solamente all'acqua, ma a un po' d'azoto, e a qualche altra materia volatile. Riscaldata a + 100° perde 5, 75 per cento di acqua, di modo che la perdita al calor rosso si riduce a 11, 50. Con gli acidi, anche allungati, si discioglie la più parte dell'allumina; per la qual

cosa, se si ammettesse che 12 parti di allumina sieno in istato di allumina idrata, la perdita al calor rosso scema ancora, e diventa solamente 9, 50; cioè scema di 7, 75, agguagliata a quella che si ha dalla roccia in istato naturale; e la sua composizione per ogni cento parti sarebbe così rappresentata:

Anidride silicica.	45, 31
Allumina	7, 48
Protossido di ferro	7, 67
Calce	1, 31
Magnesia	26, 39
Perdita al calore	11, 84
	100, 00

Tal composizione si assomiglia a quella della *saponite:* ed io sarei appunto di parere, se non isbaglio, che la così detta *losima*, che costituisce la roccia che impasta il minerale di Montecatini, non sia altro che un miscuglio di allumina idrata, e di saponite. L'allumina però di questa roccia è insolubile affatto nella potassa caustica, mentre si scioglie negli acidi. Ma ciò potrebbe derivare dall'aver la roccia ricevuto forte calore e pressione; giacchè avendo messo dell'allumina idrata in un bocciuolo di vetro, chiuso ermeticamente, ed avendola tenuta per molte ore a una temperatura di circa 200°, l'allumina divenne insolubile nella potassa.

Da 3150 grammi di tal roccia potei cavare una quantità di acido borico, il quale trasformato in fluoboruro di potassio, fu in peso gr. 0, 943; il che corrisponde a gr. 0, 262 di acido borico. Però la quantità del boro non credo che sia levata tutta con il metodo da me usato, avendolo per imperfetto: pur tuttavia sembra che il boro non sia egualmente sparso in tutta la roccia; giacchè da gr. 7509 di altra losima serpentinosa, ebbi gr. 1, 318 di fluoboruro di potassio; e finalmente da gr. 6470 di essa losima, presa in altro luogo, cavai soltanto gr. 0, 420 di fluoboruro di potassio. Comunque sia, ho sempre avuto boro dalla losima serpentinosa del filone, comecchè si ottenga ora in maggiore, ed ora in minor quantità. Anzi aggiungerò, che boro trovasi pure nella losima serpentinosa di altre miniere; giacchè avendo cimentato quella di Rocca Tederighi, portatami dal mio egregio amico ingegnere Fabri, trovai che conteneva boro, come quella di Montecatini.

In vicinanza del filone trovasi una bella roccia serpentina, la quale al suo contatto mostrasi liscia e levigata, come se le materie del filone, sgusciando, l'avessero fortemente strusciata. Questa roccia di color verde cupo, con screziature un po' più chiare, benchè assai compatta, si lascia tagliare dal coltello, ed ha una durezza eguale a 4, ed un peso specifico di 2, 449. Il risultamento di quattro analisi è il seguente:

Anidride silicica.	38, 00
Allumina	12, 00
Protossido di ferro	4, 56
Calce	0, 86
Magnesia	31, 81
Manganese	tracce
Acqua, ed altre materie volatili .	12, 77
	100, 00

Se a questa roccia si toglie l'allumina idrata, rimane la vera serpentina, la quale è così composta:

Anidride silicica.	44, 19
Protossido di ferro	5, 30
Calce	1, 00
Magnesia	36, 99
Acqua, ed altre materie volatili .	12, 52
	100, 00

Anche questa roccia contiene boro; giacchè fatto un saggio su gr. 12,900, ottenni gr. 1, 010 di fluoboruro di potassio. Da un altro saggio fatto sopra 300 grammi di essa serpentina, ho ricavato gr. 0, 009 di ossido di nichel, e gr. 0, 016 di sesquiossido di cromo: il che ragguaglia a gr. 0, 003 di ossido di nichel, e 0, 005 gr. di ossido cromico per ogni cento parti di tal serpentina.

Una bellissima *eufotide*, conosciuta generalmente col nome di *granitone*, trovasi nella miniera di Montecatini: ed in essa roccia il diallagio era così bene spiccato dalla materia bianca, che lo impastava, che mi riuscì facile il separare nettamente tanto il diallagio, quanto la materia bianca. Il diallagio è composto così:

Anidride silicica.	50, 402
Protossido di ferro	4, 880
Allumina	5, 314
Calce	20, 922
Magnesia	12, 594
Soda	1, 026
Acido vanadico	2, 832
Acido fosforico	0, 003
Acido borico / Ossido di manganese }	tracce
Perdita al calore	1, 974
	99, 947

La materia bianca dell'eufotide ha una durezza di 6, ed un peso specifico di 2,6675. La media proporzionale di cinque analisi è la seguente:

Anidride silicica.	58, 096
Allumina	25, 052
Calce	8. 031
Soda	4, 251
Potassa.	1, 044
Magnesia	1, 000
Acido fosforico	0, 150
Perdita al calore	2, 376
	100, 000

Mi sembra certo che la materia bianca del granitone della miniera di Montecatini sia l'*andesite*, la quale, se non isbaglio, è minerale singolare per la Toscana,

giacchè, come a suo tempo farò conoscere, la materia bianca di altri granitoni appartiene alla *labradorite*.

Or qui è tempo ch'io faccia alcune osservazioni sul diallagio, le quali reputo di qualche importanza. Prima di tutto dirò, che avendo potuto trovare una roccia, dove i due elementi costituenti l'eufotide erano così bene separati, mi detti molta cura di conoscere, se il boro, che si ricava dal granitone, moveva dal diallagio, o dalla pasta feldspatica; giacchè questo era per appunto ciò che desideravano conoscere e l'illustre prof. Meneghini e il chiarissimo prof. D'Achiardi. A dir vero crederei, senza tema di sbaglio o d'equivoco, di poter affermare che il boro del granitone deriva interamente dal diallagio: dacchè non ne ebbi indizio alcuno dall'andesite. Di fatti l'eufotide di Monteferrato, piena zeppa di diallagio, era assai più ricca di boro di quella di Montecatini. È dunque probabile che anche il boro della serpentina antica muova dal diallagio. Ma la cosa più importante, sulla quale desidero fermare l'altrui attenzione, è la scoperta del *vanadio*, che in quantità non tanto scarsa trovai in un bellissimo pezzo di diallagio della miniera di Montecatini, il quale presi come campione per cimentarlo all'analisi. Però debbo dire di aver trovato variabilissima la quantità del vanadio, come ho trovato variabile quella del boro; e non nego che ci sia e si possa trovare diallagio anche senza vanadio e senza boro; ma debbo confessare che fin qui non mi ci sono imbattuto, ed il sottile esame del diallagio di Monteferrato, dell'Impruneta e di Rocca Tederighi mi ha fatto sempre discoprire e il vanadio e il boro. Qui mi occorre richiamare alla memoria un fatto, che rimonta al 1863 [1]. In quel tempo annunziai avere scoperto alcune tracce di vanadio nelle argille di Travale e dell'Impruneta: ed allora avendomi qualcuno domandato donde derivasse tal materia, io fui costretto di rispondere:

Io nol posso ridir, chè nol comprendo.

Il perchè adesso di buon grado ritorno su tale argomento, giacchè mi do a credere che le argille di Travale e dell'Impruneta muovano, almeno in parte, dalla scomposizione di rocce serpentinose: onde trovasi in esse il vanadio.

E così va, se il creder mio non erra.

Ma lasciando ire questa digressione, e tornando al mio filo principale, cioè alla composizione delle rocce trovate nella miniera di Montecatini, dirò che appunto accanto al filone, e appiccato alla roccia serpentina, s'incontrò una lamina d'asbesto, a lunghe fibre, il quale sembrava così foggiato per forte compressione e stropicciatura. Anch'esso dette indizio di boro, ed aveva la composizione seguente:

Anidride silicica	52, 299
Allumina	1, 889
Protossido di ferro	2, 311
» di manganese	0, 221
Magnesia	23, 860
Calce	3, 570
Perdita al calore	15, 290
	99, 440

[1] V. Atti della R. Accademia de'Georgofili, vol. X.

Ma la roccia che molto spicca nella miniera di Montecatini, e che ha dato luogo a tante disputazioni intorno alla sua origine, o natura primigenia, è il così detto *gabbro rosso.*

Sarei troppo noioso, se tutte quante le analisi di questa roccia, presa in diversi piani e in diversi punti di essa miniera, io volessi qui riportare: onde mi ristringerò a riferirne tre, che terrei, se non isbaglio, come principali tipi di tal roccia. Il gabbro, sottoposto all'analisi, proveniva dall'interno della miniera, ed in conseguenza non era certamente alterato per prolungato contatto dell'aria.

Le analisi sono tali:

	1ª	2ª	3ª
Anidride silicica	55, 902	49, 527	49, 406
Allumina.	15, 157	16, 129	16, 423
Ossido ferrico ($Fe^2 O^3$)	14, 146	14, 600	15, 007
Ossido di manganese ($Mn^2 O^3$) .	1, 620	1, 330	1, 911
Calce	2, 813	4, 326	2, 875
Magnesia.	5, 760	7, 102	5, 895
Acido fosforico / Potassa e soda }	tracce	—	—
Perdita al calore	4, 590	6, 866	8, 135
	99, 988	99, 880	99,652

La durezza del gabbro rosso è 5, e il peso specifico varia da 2,58 a 2,69. Or qui mi occorre fare un' osservazione. Nella regione di s. Demetrio a Montecatini trovasi una roccia di colore scuro, la quale per il suo aspetto non ha niente che fare con il gabbro rosso; ma per la sua composizione ci si avvicina assai, ed è questa:

Anidride silicica.	49, 416
Allumina	16, 584
Protossido di ferro.	8, 474
Calce	4, 322
Magnesia	7, 003
Perdita al calore	14, 000
	99, 799

Io non ho la temerità di dire, che questa sia la roccia, la quale trasformandosi abbia originato il gabbro rosso; ma ho creduto bene di notarla, per la somiglianza che passa tra essa ed il gabbro rosso.

È noto come nella miniera di Montecatini si sono trovati dei calcarî, i quali hanno aspetto e natura ben differente; cioè il calcario bianco cristallino, l'alberese, ed il calcario marnoso.

Il calcario bianchissimo cristallino, che trovasi nel gabbro rosso, benchè a prima giunta sembri purissimo, contiene un po' di carbonato manganoso e ferroso. È composto così:

Carbonato di calcio	98, 896
Carbonato di ferro	0, 726
Carbonato di manganese	0, 378
	100, 000

Avendone fatto sciogliere circa un chilogrammo nell'acido cloridrico, osservai che rimanevano insolubili alcuni cristalli, i quali erano formati di puro solfato di barite: di modo che in mezzo alla calcite, trovansi anche cristalli di *baritina*. Debbo ora notare che qualche pezzetto di calcite bianca, foggiata a guisa di lamina, fu trovata nella *trachite micacea*, conosciuta col nome di *selagite*. Questo carbonato calcario, secondo i saggi fatti, apparisce costituito nello stesso modo di quello della miniera. E poichè sono a parlare della selagite, dirò che in tal roccia non ci ho trovato alcun indizio nè di boro nè di vanadio, ma bensì delle tracce di titanio.

Il gran nòcciolo di calcario in mezzo della miniera, è compatto, senza grana cristallina, e di colore che tira al ceciato. Dall'aspetto e dalla composizione si conosce ch'è un calcario, detto *alberese*. Infatti è composto così:

Anidride silicica	9, 30
Allumina	3, 42
Protossido di ferro, con tracce di manganese .	0, 78
Carbonato di magnesia	2, 10
Carbonato di calce	84, 29
Acqua, e materie volatili	0, 11
	100, 00

Questa roccia contiene $\frac{8}{100,000}$ di azoto.

Finalmente il calcario marnoso, che trovasi in mezzo alle roccie eruttive, è di colore bigio scuro, ma polverizzato diventa assai più chiaro.

La sua composizione è tale:

Anidride silicica	25, 61
Allumina	9, 33
Protossido di ferro	1, 94
Calce	32, 52
Magnesia	0, 96
Anidride carbonica	26, 58
Acqua, e materie bituminose	3, 06
	100, 00

Questa roccia contiene $\frac{56}{100,000}$ di azoto.

Dall'esame sottile di tali rocce conchiudo, che la più parte contengono boro, e vanadio, i quali trovansi specialmente uniti nel diallagio. Rispetto poi ad altri minerali, e a qualche roccia particolare, ne terrò ragionamento in altra congiuntura.

Sulle Superficie e sulle Linee che si ottengono come luogo o come inviluppo delle rette congiungenti i punti corrispondenti di due curve omografiche piane.

Memoria di Geometria pura dell' ing. F. CHIZZONI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 5 gennaio 1879.

Proprietà generali del sistema delle rette congiungenti i punti corrispondenti di due piani omografici e delle superficie formate con tali rette.

1. Due piani π' e π'' siano riferiti omograficamente e dicasi t la loro retta comune. Se O′ ed O″ sono due punti corrispondenti qualisivogliano, i fasci di rette corrispondenti, aventi i centri in tali punti, determinano sopra t due punteggiate proiettive (non corrispondenti nel sistema omografico) le quali ammettono due punti uniti M ed N. Le rette O′M, O′N, del piano π', tagliano rispettivamente le loro corrispondenti O″M, ON″ del piano π'' e sono le sole, uscenti da O′, che godano di questa proprietà. Segue da ciò che l'inviluppo delle rette che tagliano le loro corrispondenti, nel piano π' è una conica c' e nel piano π' è una conica c'' corrispondente di c'.

La retta t, riguardata come appartenente a π' o a π'', ha due corrispondenti diverse t'_1, t''_2, le quali, poichè tagliano t, sono tangenti l'una della conica c' e l'altra della conica c''. Perciò la c' è l'inviluppo delle congiungenti i punti corrispondenti delle punteggiate proiettive t e t'_1; la c'' è l'inviluppo delle congiungenti i punti corrispondenti delle punteggiate proiettive t e t''_2.

Il punto $t\,t'_1$, considerato come giacente in π' o π'', ha il suo corrispondente in $t\,t''_2$ oppure nel punto di contatto di t'_1 con la conica c'. Similmente, il punto $t\,t''_2$, considerato come giacente in π' o π'', ha il suo corrispondente in $t\,t'_1$ o nel punto di contatto di t''_2 con c''. Dunque le coniche c' e c'' toccano t nei punti $t\,t''_2$ e $t\,t'_1$ rispettivamente e le rette t'_1 e t''_2 congiungono punti corrispondenti di queste curve.

Da quanto ora s' è detto segue che, per determinare la corrispondenza dei due piani π' e π'', senza ledere la generalità, si possono assumere come date due coniche c' e c'', tangenti alla retta t, quali inviluppi delle rette corrispondenti che si tagliano. Da cui si conclude che:

Se due coniche toccano la retta comune ai loro piani e se il punto comune a due tangenti dell'una descrive una data figura, il

punto comune alle tangenti dell'altra, che tagliano quelle considerate nella prima, descrive una figura omografica della data ([1]).

2. Un piano il quale si muova toccando costantemente le due coniche c', c'' sopra considerate (1), e cioè contenga due tangenti corrispondenti di queste curve, inviluppa una sviluppabile Σ, la quale, com'è noto, è del quarto ordine e della terza classe e tocca i piani π' e π'' delle coniche anzidette. I piani tangenti di Σ, che passano per un punto dato nello spazio, sono i tre piani uniti delle due stelle proiettive che da quel punto proiettano gli elementi corrispondenti dei piani omografici π' e π''. Generatrici della sviluppabile sono le congiungenti i punti corrispondenti delle due coniche c' e c'' per cui (1) le rette t'_1 e t'_2, corrispondenti della retta comune a π' e π'', sono le generatrici di Σ situate in questi piani. Il punto di contatto di t'_1 con c' ed il punto di contatto di t''_2 con c'' appartengono alla cubica gobba spigolo di regresso della superficie Σ.

Le generatrici di Σ che si appoggiano ad una retta data qualunque, le cui traccie sopra π' e π'' siano rispettivamente i punti X′ ed Y′, si ottengono nel seguente modo. S'imagini un piano il quale ruoti intorno ad X′ Y″ e siano: u' la sua traccia variabile sopra π'; v'' la sua traccia variabile sopra π'': u'' e v'' le rette corrispondenti di queste traccie. I fasci descritti dalle u' e v'' sono proiettivi e poichè sono proiettivi i fasci descritti dalle u' ed u'' e quelli descritti dalle v' e v'', così sono anche proiettivi i due fasci delle u' e v' e quelli delle u'' e v''. Segue da ciò che il punto comune a due rette come u' e v' ed il punto comune alle rette corrispondenti u'' e v'' generano due coniche corrispondenti k' e k''. Le quattro rette che congiungono i punti d'intersezione di k' e c' coi loro corrispondenti, nei quali si tagliano k'' e c'', sono le generatrici di Σ che si appoggiano alla retta X′ Y″.

3. I due piani omografici π' e π'' (2) non sono piani tangenti particolari della sviluppabile Σ, epperò le proprietà dimostrate nei numeri precedenti si verificano per ogni coppia di piani tangenti dell'anzidetta superficie. Tenendo inoltre presente che ogni piano tangente di essa taglia π' e π'' secondo due rette corrispondenti si ha il teorema:

I piani tangenti di una sviluppabile di quarto ordine e terza classe sono tutti fra loro riferiti omograficamente ed i punti corrispondenti di un punto dato in uno di tali piani sono allineati sopra la retta comune agli altri due, fra i piani stessi, che passano per quel punto.

Il sistema delle rette congiungenti i punti corrispondenti dei piani tangenti, della superficie Σ, che indicherò col simbolo (p), è doppiamente infinito ed è noto che per ogni punto dello spazio passano tre di quelle rette ed in un piano qualunque dello spazio non ve n'ha che una sola.

La retta del sistema (p) situata nel piano che ha per traccie le rette u' e v'',

([1]) Questo teorema sussiste indipendentemente dall'angolo dei due piani π' e π'' e quindi anche nel caso in cui tali piani siano sovrapposti. Perciò, due coniche, situate in uno stesso piano ed aventi le quattro tangenti comuni reali, individuano quattro sistemi omografici diversi, nei quali tali coniche sono gli inviluppi delle rette corrispondenti che si tagliano sopra una di quelle tangenti. Le tre rimanenti tangenti sono le rette unite per uno dei sistemi omografici ora detti.

sopra i piani π' e π'' rispettivamente, è la congiungente i due punti corrispondenti, di tali piani, situati sopra le u' e v''.

Le rette del sistema (p) situate in un piano π, tangente a Σ, sono le tangenti della conica della superficie contenuta in quel piano. Ciascuna di esse tocca Σ in due punti dei quali uno è sulla conica anzidetta e l'altro è sulla generatrice di contatto di Σ con π.

4. Si sa che la sviluppabile Σ, di quarto ordine e terza classe, è tangente ad una doppia infinità di iperboloidi ciascuno dei quali ha per linea di contatto una cubica gobba. Ora, se in due piani π' e π'', tangenti di Σ, si considerano due rette (direttrici) corrispondenti nel sistema omografico che in essi determina quella sviluppabile (3), il luogo delle rette del sistema (p), congiungenti i punti corrispondenti di quelle due rette, è uno degli iperboloidi menzionati.

Un altro piano tangente arbitrario π, di Σ, contiene una direttrice a dell'iperboloide ed una generatrice p, di esso, la quale passa per il punto A dove a taglia la generatrice g, di Σ, situata in π. Dei punti della cubica di contatto dell'iperboloide con Σ, che sono in π, ve n'ha uno nel punto di contatto di p con la conica c, comune a Σ e π, e gli altri due sono riuniti in A. Più oltre (5) dirò come si costruisce la tangente della cubica anzidetta in tal punto.

Siano M, N i due punti d'intersezione della retta a con la conica c; M_1 N_1 i punti comuni a g ed alle tangenti di c in M ed N rispettivamente. Osservo che il punto S, di contatto di g con c, appartiene allo spigolo di regresso di Σ ed il gruppo M_1N_1AS è armonico. Che inoltre per i punti M ed N passano due generatrici di Σ le quali sono anche generatrici dell'iperboloide sopra considerato. Perciò, variando il piano π, le rette MM_1, NN_1 variano nei piani tangenti di Σ lungo le generatrici anzidette, mentre il punto A descrive una cubica gobba. Si ha così il teorema:

Due piani tangenti fissi di una sviluppabile di quarto ordine e terza classe incontrano ciascuna generatrice in due punti rispetto ai quali il luogo del coniugato armonico del punto dello spigolo di regresso che trovasi sulla generatrice che si considera è una cubica gobba.

È poi noto che questa cubica tocca lo spigolo di regresso nei punti di contatto coi due piani tangenti fissi di Σ, i quali sono anche piani osculatori della cubica medesima.

5. Il teorema del numero precedente offre il modo di costruire la cubica gobba, della superficie Σ, che passa per due punti dati A' e B'' della superficie stessa. Infatti, se π' e π'' sono i due piani tangenti di Σ in quei punti, le rette del sistema (p), passanti per A' e B'' (escluse le generatrici di Σ) taglieranno π' e π'' nei punti A'' e B' rispettivamente e saranno $A'B'$, $A''B''$ le direttrici (4) di quell'iperboloide che tocca Σ lungo la cubica richiesta.

La $A'B'$ incontrerà la conica della superficie Σ, situata nel piano π', in due punti M', N' nei quali i due piani tangenti della superficie medesima, rispetto alla cubica da costruirsi, godono della proprietà dei due piani tangenti fissi di cui si tratta nel teorema sopra enunciato.

Se A'_1 è il punto della cubica situato sulla generatrice g'_1, della superficie Σ,

successiva alla generatrice g' in cui trovasi A′, indicando con M'_1 ed N'_1 i due punti nei quali i due piani tangenti fissi sopraddetti tagliano g'_1 e con S′ il punto comune a g' e g'_1, è evidente che i due gruppi armonici $S'A'M'N'$, $S'A'_1M'_1N'_1$ (4) sono prospettivi, perchè hanno il punto unito S′, per cui la retta $A'A'_1$ deve passare per il punto comune alle $M'M'_1$, $N'N'_1$. Da ciò segue che la tangente della cubica nel punto A′ e la direttrice dell'iperboloide che tocca la superficie Σ lungo quella cubica sono rette reciproche rispetto alla conica di Σ che trovasi nel piano tangente nel punto A′.

Questa proprietà insegna a costruire quella cubica gobba di Σ che passa per un punto dato ed ha ivi una tangente data.

6. Se O è il centro di un fascio di rette, dato in un piano tangente della superficie Σ, poichè ciascun raggio di esso, considerato come direttrice, individua un'iperboloide tangente a Σ (4), così si può dire che quel fascio medesimo individua infinite cubiche gobbe di Σ. Tutte queste cubiche passano per gli stessi due punti X′ ed X″ i quali sono i punti di contatto della superficie anzidetta con quella retta del sistema (p) (passante per O) che è la generatrice comune a tutti gli iperboloidi menzionati. Il fascio delle direttrici, di tali iperboloidi, essendo proiettivo al fascio delle direttrici, degli iperboloidi stessi, avente il centro in X″ (3), in virtù di ciò che è detto al n. 5, saranno anche proiettivi i fasci delle tangenti, alle cubiche di cui è parola, nei punti X′ ed X″.

Pertanto, dalle precedenti considerazioni emerge che:

Per due punti di una superficie di quarto ordine e terza classe passano infinite cubiche gobbe, della superficie stessa, o ne passa una sola (5), secondochè la congiungente quei punti è o non è una retta bitagente della superficie (retta del sistema (p)).

7. Nei due piani omografici π' e π'', tangenti alla sviluppabile Σ (2), siano l' ed l'' due linee (direttrici) corrispondenti dell'ordine μ e si consideri la superficie gobba Φ luogo delle rette del sistema (p) congiungenti i punti corrispondenti di quelle linee. Le generatrici di tale superficie, le quali incontrano una retta data comunque, si possono determinare con un processo geometrico affatto identico a quello usato al n. 2 trattandosi di una costruzione analoga per la superficie Σ. Da ciò si rende evidente che la superficie Φ è del grado 2μ [1].

Un piano π, tangente alla superficie Σ, taglierà π' e π'' secondo due rette corrispondenti u', u'' e le congiungenti i punti comuni ad u' ed l' coi loro corrispondenti, comuni ad u'' ed l'', saranno tante generatrici di Φ. Quindi nel piano π sono contenute μ di queste generatrici e la superficie Σ è una sviluppabile μ-tangente alla superficie Φ. Il piano anzidetto sega dunque questa superficie secondo una curva l d'ordine μ la quale, in virtù del teorema del n. 3, è omografica tanto ad l' che ad l''. Segue da ciò che tutte le sezioni della superficie Φ, con piani tangenti di Σ, sono curve tra loro omografiche.

I μ punti nei quali le generatrici della superficie Φ contenute in π tagliano la generatrice di Σ, situata in tal piano, costituiscono altrettanti punti di contatto

[1] Cremona, *Preliminari ad una teoria geometrica delle superficie*, pag. 43.

di π con Φ. Pertanto, le sopradette generatrici di questa superficie si tagliano a vicenda in $\frac{1}{2}\mu(\mu-1)$ punti; ognuna di esse poi taglia la curva l in μ punti dei quali uno è un punto di contatto di π con Φ, epperò tale superficie ammette una curva doppia x dell'ordine $\frac{1}{2}\mu(\mu-1)+\mu(\mu-1)=\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$.

Ciascuno dei due piani tangenti di Σ, passanti per una data generatrice di Φ, ne contiene altre $\mu-1$ che determinano sopra quella generatrice i $2(\mu-1)$ punti nei quali essa incontra la curva x.

8. I due piani π' e π'', nei quali giacciono rispettivamente le curve l' ed l'' della superficie Φ (7), contengono l'uno una conica c' e l'altro una conica c'' della sviluppabile Σ ed è evidente che le congiungenti i punti comuni a c' ed l' coi loro corrispondenti, comuni a c'' ed l'' sono generatrici tanto di Σ che di Φ. Perciò queste superficie hanno 2μ generatrici comuni. Inoltre esse si toccano secondo una curva y l'ordine della quale è 3μ.

Infatti un piano arbitrario taglia Φ secondo una curva d'ordine 2μ e taglia Σ secondo una curva di quarto ordine. Le due curve sezioni hanno 8μ punti comuni dei quali 2μ giacciono sulle 2μ generatrici comuni alle due superficie; i rimanenti 6μ punti sono a due a due riuniti in 3μ punti che sono le intersezioni della curva y col piano segante imaginato. Dei 3μ punti di questa curva, situati in un piano π tangente alla superficie Σ, ve ne sono 2μ riuniti a due a due sulla generatrice di contatto di π con Σ (7). Gli altri μ giacciono nei punti di contatto della conica comune a Σ e π con le generatrici di Φ situate in π (3).

Ma se un piano π tocca Σ lungo una retta g, comune a questa sviluppabile ed alla superficie Φ, la curva l, sezione di π con Φ, passa per il punto S di contatto di g con la cubica s, spigolo di regresso di Σ. E in vero, dei tre piani osculatori di s, che si tagliano in S, due determinano g ed il terzo sega Φ secondo una curva (la curva l) omografica ad l' ed l'' (7). In questo caso due elementi successivi della curva y giacciono nel piano π poichè in esso, rispetto al punto S, coincidono tre piani successivi di Σ, epperò un tal piano è osculatore in S alla curva y anzidetta.

La retta g tocca questa curva e nel punto di contatto debbono considerarsi come riuniti i due punti della curva stessa i quali sono generalmente distinti sopra ogni generatrice di Φ. Di qui si vede che i 6μ punti, comuni alla superficie Φ ed alla cubica s, sono a tre a tre riuniti in 2μ piani osculatori di tale cubica.

La curva l, precedentemente considerata, oltrechè nel punto S, interseca g in altri $\mu-1$ punti ed è evidente che in ognuno di essi sono riuniti due punti della curva doppia x (7). Per quei punti passa, come nel caso ordinario, la curva y da cui si conclude che le curve x ed y si tagliano in $\mu-1$ punti sopra ogni generatrice comune alle superficie Σ e Φ, nei quali punti la curva x tocca la generatrice che si considera e quindi la superficie Σ.

9. Se in una posizione particolare il piano π, tangente di Σ, sega la superficie Φ secondo una curva l tangente in un punto alla generatrice di Σ contenuta in π, ciò significa che due delle generatrici di Φ, situate nel piano anzidetto, si trovano

infinitamente vicine tra di loro e coincidono in una retta p passante per quel punto (7). Il piano π tocca Φ in tutti i punti di p, vale a dire, questa retta è un elemento sviluppabile di tale superficie ed il piano π è osculatore alla curva y (8) nel punto K di contatto di p con la conica c comune a π e a Σ. Ora è evidente che tante sono le tangenti comuni alla curva l ed alla conica c, altrettanti sono gli elementi sviluppabili di Φ. Perciò se ν dinota la classe di l, il numero totale di questi elementi sviluppabili è 2ν.

Il punto K sopraddetto essendo comune a due generatrici (successive) di Φ, appartiene alla curva doppia x, di questa superficie. Di qui risulta che le curve x ed y si tagliano nei 2ν punti cuspidali della superficie Φ.

10. Suppongo ora che le curve l', l'' della superficie Φ, situate rispettivamente nei piani π' e π'' (7), abbiano ciascuna δ punti doppî. In tal caso la superficie Φ ammetterà altrettante generatrici doppie le quali saranno le rette del sistema (p), passanti per i punti doppî anzidetti e non contenute nè in π' nè in π''.

Se p è una di queste generatrici doppie, essa toccherà la superficie Σ in due punti A_1, A_2 (3) ed i piani π_1, π_2, tangenti di Σ che si tagliano secondo p, intersecheranno Φ secondo due curve omografiche l_1, l_2, che ammetteranno un punto doppio l'una in A_1 e l'altra in A_2. Perciò le due falde della superficie Φ avranno in A_1 il piano tangente comune π_1, ed in A_2 il piano tangente comune π_2. È pertanto evidente che A_1 ed A_2 sono anche punti doppî della curva y di contatto di Φ con Σ e che in entrambi quei punti sono riuniti due punti della curva doppia x (7). Dunque, questa curva tocca la superficie Σ in δ coppie di punti situati sulle generatrici doppie della superficie Φ.

Inoltre è pure manifesto che le μ—2 generatrici distinte di Φ che, oltre p, sono situate in ciascuno dei piani π_1 e π_2, intersecano la stessa p in 2 (μ—2) punti che sono doppî per la curva x.

Le precedenti considerazioni si estendono facilmente al caso in cui A_1 ed A_2 siano punti multipli per le curve l_1 ed l_2. In allora i piani π_1 e π_2 sono r volte tangenti, in A_1 ed A_2 rispettivamente alla superficie Φ, le falde della quale si toccano a due a due in quei punti e quindi per ciascuno di essi passano $\frac{1}{2}\, r\,(r-1)$ rami della curva x ed r rami della curva y.

Se A_1 ed A_2 invece di essere punti doppî ordinarî per le curve l_1 ed l_2, come vennero supposti dapprima, sono punti nei quali si toccano due rami, nel primo della curva l_1 e nel secondo della curva l_2, è evidente che il ragionamento fatto più sopra per la generatrice p, della superficie Φ, si può identicamente ripetere anche per la generatrice successiva. Ciò porta naturalmente a concludere che in tal caso sia in A_1 che in A_2 la curva y presenta due rami che si toccano fra di loro e la curva x taglia ivi la superficie Σ in quattro punti fra loro infinitamente vicini, due collocati sopra ogni ramo di y; che perciò le curve x ed y hanno le tangenti comuni nei punti A_1 ed A_2.

Infine, se A_1 ed A_2 sono cuspidi per le curve l_1 ed l_2 la curva y avrà pure una cuspide in ciascuno di quei punti e la curva x toccherà i due rami di tale cuspide e quindi avrà un contatto tripunto colla superficie Σ.

La generatrice $A_1 A_2$, della superficie Φ, conterrà poi $2(\mu-2)$ cuspidi della curva x e sarà una generatrice di regresso per la superficie stessa, la quale ne presenterà un numero ε eguale a quello di ciascuna delle curve l_1, l_2, l', l'' ed analoghe.

11. Poichè la curva doppia x è dell'ordine $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$ (7), così essa ha $6\mu(\mu-1)$ punti comuni con la superficie Σ. Ora, $4\mu(\mu-1)$ di questi punti trovansi sopra le 2μ generatrici comuni a Σ e Φ (8); 2ν giacciono nei punti cuspidali di Φ (9); 4δ sulle generatrici doppie e 6ε sulle generatrici di regresso della superficie Φ (10). Eguagliando tra di loro le due differenti espressioni del numero di punti anzidetti, si ottiene una relazione fra le quantità μ, ν, δ, ε, che si riferiscono alla direttrice l' della superficie Φ, la qual relazione non deve differire da quella che venne data da Plücker. Si ha infatti:

$$4\mu(\mu-1)+2\nu+4\delta+6\varepsilon=6\mu(\mu-1).$$

ossia

$$\nu=\mu(\mu-1)-2\delta-3\varepsilon$$

il che è una verifica delle precedenti conclusioni.

12. La sviluppabile Σ separa lo spazio in due campi che si distinguono tra di loro per ciò che per i punti del primo campo passano tre piani tangenti reali di Σ, mentre per i punti del secondo campo non passa che un solo piano tangente reale di tale superficie.

Corrispondentemente, la curva doppia x, della superficie Φ, è divisa in due regioni: l'una giace nel primo campo dello spazio e nei punti di essa si tagliano coppie di generatrici reali di Φ; l'altra è situata nel secondo campo dello spazio e nei punti di essa s' incrociano coppie di generatrici imaginarie della superficie Φ. Passando da una regione all'altra, della curva x, s' incontrano i punti cuspidali di Φ, i quali, come risulta dalle cose dette (9), giacciono sopra la sviluppabile Σ.

Sulla curva x, pertanto, vi possono essere altri punti che godono di una proprietà affatto analoga a quella dei punti cuspidali e sono i punti nei quali la curva stessa ha un contatto tripunto con la superficie Σ e che, come già si vide (10), trovansi a due a due accoppiati sulle generatrici di regresso di Φ.

È notevole il caso che si presenta quando le due direttrici l' ed l'' della superficie Φ (7) sono situate rispettivamente all'interno delle coniche c' e c'', sezioni di Σ coi piani delle curve anzidette. In allora è manifesto che ogni generatrice di Φ è l'intersezione di due piani tangenti imaginarî della superficie Σ e la curva y, di contatto delle due superficie, è imaginaria. La curva doppia x non può giacere sopra falde reali di Φ, perchè se ciò avvenisse, in un punto di tale curva si taglierebbero due generatrici reali di Φ, le quali dovrebbero essere necessariamente le intersezioni di piani tangenti reali di Σ. Dunque la curva x è isolata. Un tal caso peraltro non può verificarsi se l'ordine delle curve l', l'' è dispari [1].

[1] Ciò significa, in sostanza, che non è possibile di descrivere una curva di ordine dispari la quale giaccia tutta quanta nell' interno di una conica. Ora la cosa è evidente quando la conica data è un'ellisse; ma poichè con una trasformazione omografica ogni caso si può ridurre a questo, così la proprietà di cui si tratta è vera in generale.

13. Un piano qualunque dello spazio taglia la superficie Φ secondo una curva dell'ordine 2μ con $\frac{3}{2}\mu.(\mu-1)+\delta$ punti doppî e con ε cuspidi (7 e 10) per cui la classe di questa curva è $2\mu(2\mu-1)-3\mu(\mu-1)-2\delta-3\varepsilon=\nu+2\mu$. Tale è anche l'ordine del cono circoscritto a Φ avente il vertice in un punto qualunque dello spazio. Questo cono tocca Φ lungo una curva che ha $\nu+2\mu$ punti comuni con un piano π, tangente alla sviluppabile Σ, e di tali punti μ giacciono sulle μ generatrici di Φ situate in π ed i rimanenti $\nu+\mu$ sono sulla curva l sezione di Φ col piano π. Segue da ciò che la sviluppabile tangente alla superficie Φ lungo una sezione fatta con un piano tangente della superficie Σ è della classe $\nu+\mu$.

La superficie Φ, e tutte quelle generate da rette del sistema (p) (3) hanno in comune una proprietà caratteristica con l'iperboloide ed è che i punti di due generatrici qualunque sono tra loro riferiti proiettivamente essendo punti corrispondenti quelli che si trovano in un medesimo piano tangente della superficie Σ.

La superficie Φ, come venne precedentemente costruita, non presenta che una linea doppia; ma si possono costruire delle superficie che godono delle proprietà generali di quella, le quali oltre ad una linea doppia ammettono una linea tripla.

A tal uopo basta assumere una curva qualunque L (piana o gobba) nello spazio e per i punti di essa guidare tutte le rette che congiungono punti corrispondenti di due piani omografici π' e π''. La curva L, in allora è tripla per la superficie Φ luogo di quelle rette. È poi evidente *a priori* che le due curve omografiche l', l'', secondo cui Φ interseca i piani π', π'', debbono soddisfare a condizioni particolari in relazione alle coniche c' e c'', dei piani anzidetti, le quali sono gli inviluppi delle rette corrispondenti che si tagliano (1).

Se infatti si considera la superficie Σ, inviluppo dei piani tangenti comuni alle coniche c' e c'' (2) poichè le tre generatrici della superficie Φ, che partono da un punto qualunque della curva L, sono le intersezioni dei piani tangenti di Σ che passano per quel punto, così le traccie di quelle generatrici, sul piano π', saranno i tre vertici, di un triangolo circoscritto alla conica c'. Perciò nella curva l' si debbono potere inscrivere infiniti triangoli ognuno dei quali sia circoscritto alla conica c'.

14. Il caso più semplice che si presenta è quello in cui la curva l' è una conica. In allora la superficie Φ è del quarto grado (7) e la linea tripla L è manifestamente una retta ([1]). Di qui si deduce subito che se m è l'ordine della curva tripla L, nel caso generale, la superficie Φ è del grado $4m$.

Infatti la curva L taglierà in $4m$ punti la superficie del quarto grado che ammette come linea tripla una retta data e quindi vi saranno altrettante generatrici di Φ che si appoggiano a quella retta.

La superficie Φ interseca un piano π, tangente alla sviluppabile Σ, secondo una

([1]) Questa superficie del quarto grado è stata costruita, senza farne particolare accenno, al n. 2 dove la relativa linea tripla è la retta $X'Y''$ e le curve direttrici nei piani π' e π'' sono le coniche k' e k'' rispettivamente. La superficie medesima si può anche ottenere, indipendentemente dalle considerazioni attuali, come luogo delle rette che si appoggiano a due coniche (senza punti comuni) e ad una retta che incontra ciascuna di queste curve.

curva l d'ordine $2m$ e secondo $2m$ rette (7). Se dunque μ dinota l'ordine di l, l'ordine della linea L è espresso da $\frac{1}{2}\mu$ e l'ordine di Φ da 2μ. Di qui si vede che una curva avente la proprietà di ammettere infiniti triangoli inscritti i quali siano circoscritti ad una conica è necessariamente d'ordine pari.

La linea tripla L e la curva l hanno $\frac{1}{2}\mu$ punti comuni per ciascuno dei quali passa una coppia delle μ generatrici di Φ contenute nel piano π. In ciascuna delle generatrici ora dette vi è un punto di contatto della superficie con π; esclusi tutti i punti di contatto, quelle generatrici si tagliano a vicenda e tagliano la curva l in $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$ punti (7). Ora di questi punti ve ne sono $\frac{3}{2}\mu$ assorbiti, a tre a tre coincidenti insieme, nei $\frac{1}{2}\mu$ punti della curva L situati in π, per cui la superficie Φ ammette una linea doppia dell'ordine $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)-\frac{3}{2}\mu$ $=\frac{3}{2}\mu(\mu-2)$.

Sopra ogni generatrice di Φ vi è generalmente un solo punto della linea tripla e vi sono $2(2\mu-2)=4(\mu-1)$ punti della curva doppia.

Rappresentazione dello spazio sopra un piano tangente di una sviluppabile di quarto ordine e terza classe.

15. Lo studio delle superficie Φ aventi una linea tripla data (14), è intimamente legato ad una rappresentazione dello spazio sopra di un piano, che ora passo ad esporre.

Assunta una sviluppabile Σ, di quarto ordine e terza classe come fondamentale, si consideri un piano tangente qualunque π, di questa superficie, ed in esso la conica sezione c. Un punto qualsivoglia A, dello spazio, è rappresentato sul piano π dai tre vertici A_1, A_2, A_3, di un triangolo circoscritto alla conica c, i lati del quale sono le traccie, sopra π, dei tre piani tangenti di Σ che passano per A. Viceversa, dato un triangolo $A_1 A_2 A_3$, circoscritto alla conica c, esso individua in modo unico il punto A dello spazio, quale punto comune ai tre piani tangenti di Σ che (escluso π) passano per i lati di quel triangolo. In particolare:

I punti della superficie Σ sono rappresentati da triangoli in ciascuno dei quali due lati coincidono in una tangente della conica fondamentale c ed i punti della cubica, spigolo di regresso di Σ, sono rappresentati da triangoli in ognuno dei quali i tre vertici sono riuniti in un punto della conica c ed i tre lati coincidono insieme nella tangente in quel punto alla conica ora detta.

Una retta qualunque dello spazio ha per imagine una conica (14) nella quale sono inscritti infiniti triangoli circoscritti alla conica fondamentale [1]. Ma se una

[1] Cfr. Giornale di Battaglini, tomo X (1872), pag. 47. — Reye, *Geometrie der Lage*, parte 2ª (1868), pag. 96.

retta r è situata in un piano tangente della sviluppabile Σ, dei tre piani tangenti di questa superficie, passanti per ogni punto di r, uno è costantemente fisso. Perciò la imagine della retta si comporrà di due rette delle quali una tangente alla conica fondamentale.

Se poi una retta è bitangente alla superficie Σ, la sua imagine consta delle due traccie, sopra π, dei piani tangenti di Σ passanti per essa, vale a dire di due tangenti della conica sopraddetta.

L' indicata rappresentazione dello spazio si può evidentemente interpretare come una proiezione, sul piano π, dei punti dello spazio medesimo mediante raggi proiettanti i quali sono bitangenti alla sviluppabile fondamentale e costituiscono quel sistema di rette che già (3) venne dinotato col simbolo (p).

La rappresentazione stessa, peraltro, si può anche attuare senza la ipotesi che la conica fondamentale appartenga alla superficie Σ e cioè questa conica può essere una data in un piano qualunque (32). In tal caso però non si può eseguire il passaggio diretto dai punti dello spazio alle loro imagini, e viceversa dalle imagini ai punti obbiettivi corrispondenti, come più sopra si disse. In ciò che segue supporrò sempre (e ciò senza ledere la generalità delle quistioni) che il piano π sia tangente alla sviluppabile fondamentale e la conica fondamentale c appartenga a questa sviluppabile.

16. Incomincio dalla rappresentazione di un piano qualunque θ.

In primo luogo è evidente che le rette di questo piano hanno per imagini tante coniche (14) tutte passanti per un medesimo punto fisso M, il quale è la traccia, sul piano rappresentativo π, della retta del sistema (p), situata nel piano θ (2).

Poichè tre punti determinano il piano θ, così tre triangoli circoscritti alla conica fondamentale determinano tutte le altre terne di punti rappresentanti i punti del piano. Per i sei punti appartenenti a due terne differenti (in virtù del noto teorema di Poncelet) passa una conica, epperò le tre coniche determinate dalle tre terne anzidette conterranno un medesimo punto, il punto M [1]. Queste tre coniche individuano una rete Θ, le curve della quale sono evidentemente le imagini delle rette del piano θ.

Due coniche qualisivogliano, della rete, si tagliano in quattro punti dei quali uno è M e gli altri tre sono le imagini di un punto del piano θ, e quindi i vertici di un triangolo circoscritto alla conica fondamentale. Ciascuno di tali vertici determina gli altri due, per cui dirò che essi formano *una terna di punti coniugati.*

17. Si consideri una tangente qualunque r_{12}, della conica fondamentale c, ed in essa un punto R_1. Le coniche della rete Θ (16), passanti per R_1, per ciò che precedentemente si disse, formeranno un fascio il quale avrà un altro punto base R_2 sopra r_{12}. Da cui segue immediatamente che:

a) *Le coniche della rete Θ determinano un'involuzione* (di secondo grado) *sopra ogni tangente della conica fondamentale.*

Punti doppî di tale involuzione, sono evidentemente punti della Jacobiana della

[1] Così si ha il teorema: Se tre triangoli sono circoscritti ad una conica, le tre coniche descritte per i vertici di due di essi si tagliano in uno stesso punto.

rete, la quale Jacobiana è una curva c_{23} del terzo ordine con un punto doppio nel punto M [1]. Da ciò che precede pertanto risulta che la conica fondamentale ed il punto M sono l'inviluppo (di terza classe) delle tangenti comuni alle coniche della rete nei punti dove queste si toccano.

Se da due punti coniugati, come R_1, R_2, della involuzione esistente sulla retta r_{12}, poc'anzi considerata, si guidano le seconde tangenti alla conica fondamentale, queste si tagliano in un punto R_3 coniugato di R_1 ed R_2. Ora è manifesto che il luogo di R_3 è una linea retta r_3 la quale insieme ad r_{12} costituisce una conica singolare della rete Θ. Di qui si vede che la r_3 passa per M e che inoltre il punto comune ad r_{12} ed r_3 appartiene alla Jacobiana. Gli altri due punti di questa curva, situati sulla retta r_{12}, sono evidentemente sulle tangenti della conica fondamentale nei punti dove essa è incontrata dalla r_3.

Le tangenti della conica fondamentale e le rette uscenti da M, sono così riferite proiettivamente per modo che la Jacobiana è il luogo dei punti comuni alle rette corrispondenti di quelle due forme proiettive. Da tutto ciò segue che:

b) Data una terna di punti coniugati, le rette che dal punto M proiettano i vertici del triangolo da essi formato sui lati rispettivamente opposti incontrano questi lati in punti della curva Jacobiana. E viceversa:

c) Se dal punto M si proiettano tre punti della Jacobiana, le tangenti della conica fondamentale passanti per quei punti e che sono corrispondenti alle rette proiettanti (nella sopra indicata relazione di proiettività) formano un triangolo i cui vertici sono una terna di punti coniugati.

d) Siano m, m' le tangenti della conica fondamentale c passanti per il punto M. È evidente che un'altra tangente qualsivoglia di c, sega quelle rette in due punti che con M formano una terna di punti coniugati. Perciò le m, m', prese insieme, forniscono quella conica della rete Θ che ha un punto doppio in M. Oppure si può dire che ai raggi m, m', uscenti da M, corrispondono rispettivamente le tangenti m' ed m della conica fondamentale. Anche da ciò si vede che M è un punto doppio della Jacobiana della rete. Per conseguenza la relazione di proiettività, fra le rette uscenti da M e le tangenti della conica fondamentale, è pienamente determinata quando sia data una coppia di rette corrispondenti. Con questo solo dato (oltre la conica anzidetta ed il punto M) rimane dunque definita la rete Θ.

18. Il punto di contatto della tangente r_{12} della conica fondamentale, potendosi riguardare quale punto comune alla r_{12} ed alla tangente successiva della curva, avrà due punti coniugati tra loro infinitamente vicini sulla r_{12} e sulla Jacobiana della rete Θ. Di qui segue che:

a) Nelle involuzioni determinate sopra le tangenti della conica fondamentale, dalle coniche della rete Θ, (17, *a*) il luogo dei coniugati dei punti di contatto di quelle tangenti è la curva Jacobiana.

[1] Cremona, *Introduzione ad una teoria geometrica delle curve piane*, pag. 71 e 74.

Se sulla tangente r_{12} il coniugato del punto di contatto cade in questo medesimo punto, è manifesto che ivi si riuniscono tre punti di una terna e due punti della Jacobiana. Perciò:

b) La Jacobiana tocca la conica fondamentale in tre punti in ciascuno dei quali coincidono tre punti coniugati.

È poi ovvio che le coniche della rete passanti per uno di questi tre punti hanno in esso un contatto semplice con la conica fondamentale ed un contatto tripunto fra di loro. Inoltre, avuto riguardo a ciò che già si disse (17, *c*), risulta che:

c) Le tangenti della conica fondamentale nei punti dove essa è toccata dalla Jacobiana della rete Θ, formano un triangolo i cui vertici sono una terna di punti coniugati ([1]).

19. Prendo a considerare una terna $R_1\,R_2\,R_3$ di punti coniugati (fig. 1) e suppongo che il punto R_1 subisca uno spostamento infinitamente piccolo sopra una retta r_1. In allora anche i punti R_2 ed R_3 subiranno spostamenti infinitesimi sopra le rette r_2 ed r_3 rispettivamente, ed è chiaro che se r_1 descrive un fascio intorno ad R_1, le rette r_2 ed r_3 descrivono due fasci proiettivi a quello, l'uno intorno ad R_2 e l'altro intorno ad R_3. Dirò che i raggi corrispondenti, di questi tre fasci proiettivi, definiscono tre direzioni coniugate in R_1, R_2, R_3.

Ora, quando r_1 coincide con $R_1\,R_2$, la retta r_2 coincide pure con $R_1\,R_2$, perchè sopra quest'ultima retta esistono infinite coppie di punti coniugati (17, *a*). Perciò, i due fasci di centri R_1, R_2 sono prospettivi. In modo analogo si vede che sono prospettivi i fasci di centri R_1, R_3 ed i fasci di centri R_2 ed R_3.

Ritornando ai primi due, di questi fasci, si osservi che quando il raggio r_2 cade in $R_2\,R_3$, il raggio corrispondente r_1 passa per M (17, *b*) per cui il punto X, comune a $R_2\,R_3$ ed R_1 M appartiene alla retta sulla quale si tagliano le coppie di raggi corrispondenti dei fasci descritti dalle rette r_1 ed r_2. Così, se, r_1 cade in $R_1\,R_3$ il raggio r_2 passa per M e quindi il punto Y, comune ad $R_1\,R_3$ ed MR_3, appartiene esso pure alla retta anzidetta. Di qui si vede che le rette analoghe, per le altre due coppie di fasci, sono le congiungenti il punto Z, comune ad $R_1\,R_2$ ed MR_3, coi punti X ed Y.

Segue pertanto da ciò che le rette le quali uniscono un punto qualunque A, di XY, con R_1 ed R_2, forniscono due direzioni coniugate rispetto a questi punti. Siano B e C i punti comuni alle AR_1, XZ ed alle AR_2, YZ rispettivamente. Nei

([1]) Siano A, B, C, i tre punti ed α, β, γ, le relative tangenti, della conica fondamentale, di cui si tratta nel teorema enunciato. Segue da esso che le rette MA, MB, MC, passano rispettivamente pei vertici $\beta\gamma$, $\alpha\gamma$, $\alpha\beta$ del triangolo $\alpha\,\beta\,\gamma$. Ora le tre coniche descritte per M e tangenti a due lati del triangolo in due dei punti A, B, C, sono curve della rete Θ le quali hanno a due a due un contatto tripunto nei punti anzidetti. Da ciò si trae facilmente la seguente costruzione delle coniche aventi un contatto tripunto in un punto A d'una conica data *k*.

Sopra *k* si prenda un punto arbitrario M; la tangente in un punto qualunque B, della curva, taglierà la tangente in A, di essa, in un punto R_1 e la retta AM in un secondo punto R_2. Essendo R_3 il punto comune alle rette AR_1 e BM, si trovi il punto C dove s'intersecano la MR_1 e la $R_2\,R_3$. La conica che tocca in A e C rispettivamente le rette $R_1\,R_3$, $R_2\,R_3$ e passa per M è una delle coniche richieste.

punti R_1 ed R_3 saranno coniugate le direzioni R_1B ed R_3B e nei punti R_2, R_3 saranno coniugate le direzioni R_2C ed R_3C. Perciò le rette BR_3 e CR_3 coincidono insieme, vale a dire il triangolo ABC, i cui lati forniscono tre direzioni coniugate nei punti R_1, R_2, R_3, è inscritto nel triangolo XYZ, il quale è alla sua volta inscritto nella Jacobiana c_{23} della rete Θ (17, *b*).

Si può osservare che XYZ è il triangolo diagonale del quadrangolo completo $MR_1 R_2 R_3$ e che per ciò le rette XY ed XZ dividono armonicamente le altre due XR_1 ed XR_2.

20. Se il punto R_1 è sulla conica fondamentale c, i punti R_2 ed R_3 coincidono in un punto, della tangente di c condotta in R_1, il quale appartiene alla Jacobiana c_{23} (18, *a*) della rete Θ (fig. 2). Il lato $R_2 R_3$ del triangolo $R_1 R_2 R_3$ diviene infinitesimo e prende la direzione della seconda tangente di c passante per R_2 (od R_3): il punto X cade sopra questa tangente ed i punti Y, Z, coincidono insieme con R_2 ed R_3. Di qui segue che il triangolo XYZ ha i due lati XY ed XZ sovrapposti nella $R_2 X$ ed il lato infinitesimo YZ prende la direzione della retta che insieme ad RX divide armonicamente $R_2 R_1$ ed $R_2 M$ (19). Tale retta è la tangente della cubica c_{23} nel punto R_2.

Pertanto, nel caso attuale, applicando i risultati del numero precedente, si vede subito che a qualunque direzione data in R_1, corrispondono in R_2 ed in R_3 due direzioni coincidenti nella $R_2 X$. Vi è però una sola eccezione a fare e cioè, quando la direzione data in R_1 è quella della retta $R_1 R_2$, le direzioni coniugate in R_2 ed in R_3 rimangono indeterminate.

Essendo m ed m' le tangenti della conica fondamentale guidate per M, nel supposto che il punto R_1 cada nel punto di contatto di m con la conica anzidetta, il punto R_2 cade in M ed il punto R_3 cade sulla retta m' infinitamente vicino ad R_2. In questo caso è facile riconoscere che i vertici X e Z, del triangolo XYZ vengono a coincidere in M ed il vertice Y cade sulla $R_1 R_3$ (o sulla $R_1 R_2$) infinitamente vicino ad M. La retta $R_1 M$ (ossia m) taglia dunque la cubica c_{23} in tre punti riuniti in M, vale a dire è la tangente ad un ramo di tale curva in quel punto. La stessa conclusione vale per la retta m' rispetto all'altro ramo della curva.

21. Da ciò che precede risulta che, data una figura ad arbitrio nel piano rappresentativo π (16), riguardata come luogo di un punto R_1, ne rimane determinata un'altra, luogo dei punti R_2, R_3 coniugati di quello, e che si può chiamare la figura coniugata della data. In particolare, la curva coniugata della conica fondamentale c è la Jacobiana c_{23} della rete Θ, in ciascun punto della quale sono riuniti costantemente i due punti R_1 ed R_2 (18, *a*).

Sia ora μ l'ordine di una curva l, data comunque in π. Poichè ciascuno dei punti d' intersezione di essa con una delle tangenti di c uscenti dal punto M ha i suoi coniugati l' uno sopra l'altra tangente e l'altro in M (17, *d*), così è evidente che la curva l_{23}, coniugata di l_1, è dell'ordine 3μ ed ha un punto multiplo in M secondo il numero 2μ.

a) Se A_1 è uno dei 3μ punti comuni ad l, ed alla cubica c_{23}, i due coniugati A_2 ed A_3, di tale punto, cadono, il primo ancora in A_1 ed il secondo in un punto della conica fondamentale dove la curva l_{23}, indipendentemente dalla direzione

dell'elemento della curva l_1 nel punto A_1 tocca la conica anzidetta (20). Dunque la curva l_{23} ha 3μ punti di contatto con la conica fondamentale e taglia la cubica c_{23} in tutti i punti nei quali la cubica stessa è attraversata dalla curva l_1.

b) Sia B_1 uno dei 2μ punti d'intersezione di l_1 con la conica fondamentale c. I punti B_2 e B_3, coniugati di B_1, sono riuniti in un punto comune alle tangenti di c in B_1 ed alla cubica c_{23} e l'elemento $B_2 B_3$ della curva l_{23} è diretto secondo la tangente di c che non passa per B_1. Perciò le tangenti della conica fondamentale nei punti in cui essa taglia la curva l_1 sono anche tangenti della curva l_{23}.

22. La curva l_1 taglia la sua coniugata l_{23} in $3\mu^2$ punti (21) dei quali, come s'è notato (21, *a*), 3μ giacciono sulla cubica c_{23}. Se uno dei rimanenti $3\mu(\mu-1)$ lo si indica con R_2, considerandolo quale punto di l_{23}, i suoi coniugati R_3 ed R_1, saranno rispettivamente, il primo sulla stessa l_{23} ed il secondo sopra l_1. Se invece quel punto si indica con S_1, riguardato come appartenente ad l_1, i suoi coniugati S_2 ed S_3 cadranno entrambi sopra l_{23} e propriamente S_2 in R_1 ed S_3 in R_3 perchè le terne $R_1R_2R_3$, $S_1S_2S_3$, avendo un punto comune, debbono necessariamente coincidere (16).

Segue da ciò che i $3\mu(\mu-1)$ punti di cui si tratta costituiscono effettivamente $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$ coppie di punti coniugati. Dunque:

Sopra una curva d'ordine μ, data ad arbitrio nel piano rappresentativo, esistono $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$ coppie di punti coniugati.

È poi evidente che ciascuna delle predette coppie di punti della curva l_1 dà origine ad un punto doppio della curva l_{23}.

Indicando con ν la classe della curva l_1, le ν tangenti della stessa l_1, uscenti da M, hanno i coniugati dei loro punti sopra tante tangenti della conica c (17, *a*) epperò ciascuna di quelle tangenti tocca in due punti la curva l_{23}, ossia vi sono ν tangenti doppie della curva l_{23} le quali toccano la conica fondamentale.

Sia r_{12} una delle 2ν tangenti comuni alla curva l_1 ed alla conica fondamentale. Sopra r_{12} il punto di contatto con l_1 ha per coniugati un punto della stessa r_{12} ed un altro sopra la retta r_3, uscente da M e corrispondente di r_{12}. Segue da ciò che le 2ν tangenti anzidette sono pure tangenti della curva l_{23} e che per M passano 2ν tangenti di questa curva aventi altrove i loro punti di contatto. E poichè M è un punto multiplo secondo 2μ per l_{23} (21) così:

La curva coniugata di una data curva d'ordine μ e della classe ν è della classe $2(\nu+2\mu)$.

23. I risultati fin qui ottenuti conducono a costruire la curva l_{23} coniugata di una data curva l_1 sulla quale non venne fatta alcuna ipotesi particolare. Accennerò ora ad alcuni casi che presentano qualche interesse.

a) Se la curva l_1 passa per il punto M, siccome ad esso corrispondono infiniti punti coniugati che sono sulle tangenti m ed m' della conica fondamentale uscenti

da quel punto (17, d), così la curva l_{23} si spezza nelle due rette m, m' ed in una curva d'ordine $3\mu-2$ la quale tocca in $3\mu-2$ punti la conica anzidetta (21, a).

In generale, se la curva l_1 ha in M un punto multiplo secondo il numero r, le rette m, m' fanno parte r volte della curva coniugata e quindi, astrazion fatta da quelle rette, la curva l_{23} è dell'ordine $3\mu-2r$.

b) Sia l_{23} una curva d'ordine λ avente la proprietà di contenere infinite coppie, come $R_2 R_3$, di punti coniugati. Nel supposto che essa sia dotata di un punto $(r)^{plo}$ nel punto M, sopra ciascuna delle rette m ed m' vi saranno ancora $\lambda-r$ punti d'intersezione con la curva. Se a_1 è il numero di quelle intersezioni, sulla retta m, le quali hanno per coniugati punti di l_{23} riuniti in M, è evidente che a_1 è anche il numero dei punti comuni ad m' ed alla curva l_1 (luogo del punto R_1) situati fuori di M. Se l_1 è il numero delle intersezioni di l_{23} ed m, i coniugati dei quali, sopra la curva l_{23}, cadono in m', la curva l, perciò passerà b_1 volte per M.

Indicando con a_2 e b_2 i numeri analoghi ad a_1 e b_1, che si riferiscono alla retta m', si vede facilmente che la curva l_1 taglia m' in a_2 punti distinti e passa ancora b_2 volte per M. Ora si hanno manifestamente le eguaglianze:

$$\lambda-r=a_1+b_1=a+b_2,\ r=a_1+a_2,\ b_1=b_1,$$

dalle quali si trae $a_1=a_2$. La curva l_1 ha un punto multiplo in M col grado di multiplicità $b_1+b_2=2\lambda-3r$ ed è dell'ordine $2\lambda-3r+a_1=2\lambda-\frac{5}{2}r$. Il numero r deve dunque essere pari.

c) Una curva l, la quale contenga infinite terne di punti coniugati, interseca una tangente qualsivoglia della conica fondamentale c in coppie di punti coniugati, per cui l'ordine di essa è pari e si potrà esprimere con 2μ.

Essendo R_1 un punto d'intersezione della curva con una delle rette m, m', siccome dei due coniugati di R_1 uno deve essere in M, ne segue che questo è un punto multiplo secondo μ per la curva stessa.

Se P_1 è uno dei 4μ punti comuni ad l e c, i suoi coniugati P_2 e P_3 si trovano riuniti in un punto d'intersezione della cubica c_{23} con la tangente di c nel punto P_1 (17) e l'elemento $P_2 P_3$, della curva l, è diretto secondo l'altra tangente di c passante per P_2 (o P_3).

Se la curva l ammette un punto doppio, che non sia in M, ne ammette necessariamente altri due che sono coniugati di quello. La stessa cosa vale anche per le cuspidi per cui il numero di punti doppî e delle cuspidi della curva si potranno rispettivamente esprimere con 3δ e 3ε. Ricordando che M è un punto $(\mu)^{plo}$ per l, la classe di questa curva è:

$$\nu=2\mu\,(2\mu-1)-\mu\,(\mu-1)-3\,(2\delta+3\varepsilon),$$

ossia, dinotando con ω la classe di una curva d'ordine μ con δ punti doppî ed ε cuspidi:

$$\nu=2\mu+3\omega.$$

Più oltre (39 e segg.) avrò occasione di ritornare sull'argomento delle curve che ammettono infiniti triangoli inscritti i quali sono circoscritti ad una conica e per ora mi limito alle poche considerazioni fatte in proposito.

24. Nelle ricerche fatte sopra un sistema di terne di punti coniugati, determinato

da una rete Θ di coniche tutte passanti per un punto M (16) si è sempre implicitamente supposto che quel punto fosse o esterno od interno alla conica fondamentale c. Ora interessa di considerare il caso in cui il punto M trovasi sulla conica ora detta.

In questo caso è manifesto che le due tangenti di c uscenti da M, essendo concidenti in una retta m, qualunque altra tangente, della stessa c, taglierà m in due punti coniugati riuniti (17, d) i quali perciò apparterranno alla curva Jacobiana della rete Θ. Questa curva, che è del terzo ordine (17, a) si scomporrà dunque nella retta m ed in una conica c_{23}. La Jacobiana, anzidetta, deve avere un punto doppio in M e le tangenti in esso debbono toccare la conica fondamentale (20) il che esige che le coniche c e c_{23} si tocchino in M.

Segue da ciò che dei tre punti di contatto della Jacobiana con c, i quali sono distinti nel caso generale (18, b), due ora coincidono in M ed il terzo sarà un altro punto M' dove si toccheranno di nuovo le coniche menzionate.

Questo punto M' è così definito che la retta MM' e la tangente m', della conica c nel punto stesso, costituiscono una conica singolare delle rette Θ (18, c). Per determinare questa rete si potrebbe partire dal dato di questa conica singolare, ossia dal raggio MM' del fascio di centro M e dalla tangente corrispondente della conica c (17, d). Da ciò si vede che rimane determinata un'altra rete Θ' di coniche, affatto analoga a Θ, per mezzo del punto M' e dalla conica singolare costituita dalle rette M'M ed m. La Jacobiana di questa seconda rete consterà evidentemente della retta m', ora detta, e di una conica c'_{23} tangente alla conica c sia in M' che in M.

25. Dalle precedenti considerazioni risulta che se da un punto arbitrario R_1, della retta MM' (fig. 3), si guidano le tangenti alla conica c, queste tagliano la retta m' in due punti R_2 ed R_3 che sono coniugati di quello nel sistema determinato dalla rete Θ, epperò la retta che da M proietta R_3 incontra $R_1 R_2$ in un punto A della conica c_{23} (17, b). La retta m seghi le $R_1 R_2$, $R_1 R_3$ rispettivamente nei punti R'_2 ed R'_3. Sarà R_1 R'_2 R'_3 una terna di punti coniugati nel sistema determinato dalla rete Θ', permodochè la retta M' R'_3 incontrerà la $R_1 R'_2$ (ossia $R_1 R_2$) in un punto B della conica c'_{23}.

Si osservi ora che la conica c_{23}, toccando c in M ed M', taglia $R_1 R_2$ in due punti coniugati di una involuzione nella quale R_1 è un punto doppio ed R_2, R'_2 sono due punti coniugati. Il coniugato di A in tale involuzione è dunque il secondo punto d'intersezione di $R_1 R_2$ con c_{23}.

Ma nel quadrangolo completo MM' $R_3 R'_3$, due lati opposti MM', $R_3 R'_3$ passano per R_1; altri due lati opposti M' R_2, MR'_2 passano l'uno per R_2 e l'altro per R'_2; il quinto lato MR_3 per A ed il sesto lato M' R'_3 per B. Quindi B è il coniugato di A nell'anzidetta involuzione [1] e per conseguenza è un punto comune alle due coniche c_{23} e c'_{23}. L'istessa conclusione vale manifestamente anche per il punto A e poichè quelle coniche si toccano in M ed M' così esse coincidono insieme.

Riassumendo, si ha il seguente teorema:

[1] Ciò in virtù del noto teorema di Desargues (V. Cremona, *Geometria proiettiva*, pag. 65).

Se le coniche di una rete si tagliano in un punto della conica fondamentale (16) rimane determinata un'altra rete di coniche aventi quell'istessa proprietà e le Jacobiane delle due reti constano ciascuna di una conica, che è una medesima per entrambe, e di una tangente della conica fondamentale.

26. Riprendo ora a considerare la rappresentazione del piano qualunque θ, dello spazio, sopra il piano π, di cui si è parlato al n. 16.

Se l_1 è una curva d'ordine μ, data in π, ed l_{23} è la sua curva coniugata (21), il loro insieme costituisce l'imagine di una curva L, d'ordine 2μ, del piano θ. Infatti una conica qualunque k' imagine di una retta k situata in θ, sega l_{23} in 4μ punti fuori di M, i quali sono evidentemente distinti in 2μ coppie di punti coniugati alle 2μ intersezioni di k' con la curva l_1. Si hanno così 2μ terne di punti coniugati ciascuna delle quali è l'imagine di un punto comune alla curva L ed alla retta k. La curva L non è altro che la sezione del piano θ con la superficie Φ_1 luogo delle rette del sistema (p) che passano per i punti della curva l_1 (7).

I 2μ triangoli coniugati con un vertice comune nel punto multiplo M, della curva l_{23} (21); col secondo vertice sopra la stessa l_{23} e sopra una tangente della conica fondamentale passante per M; col terzo vertice in uno dei punti comuni alla curva l_1 ed all'altra tangente, della conica anzidetta, guidata per M, rappresentano le 2μ intersezioni di L con quella retta p, del sistema (p) che è situata nel piano θ (15).

I 3μ punti di contatto di l_{23} con la conica fondamentale c (21, a), presi insieme ai loro coniugati sulla curva l_1 rappresentano altrettanti punti di contatto di L con la sviluppabile fondamentale Σ, ossia con la linea comune al piano θ ed a questa sviluppabile. Ciò è una conferma di quanto è detto al n. 8 e cioè che la superficie Φ_1 tocca Σ lungo una curva d'ordine 3μ.

Le $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$ coppie di punti coniugati situati sulla curva l_1 (22) insieme ai relativi punti doppî a cui danno origine sulla curva l_{23}, rappresentano i punti d'intersezione di θ con la curva doppia della superficie Φ_1 (7). Per la curva L, oltre Φ_1, passa una seconda superficie Φ_{23}, d'ordine 6μ (7) luogo delle rette del sistema (p) che si appoggiano ad l_{23}. La curva L è evidentemente doppia per Φ_{23} e la retta p, la quale passa per M, è una generatrice multipla secondo il numero 2μ, per questa superficie.

Se la curva l_1 ha un punto $(r)^{plo}$ nel punto M (23, a) la curva coniugata si spezza in due rette (m, m') da contarsi r volte, ed in una curva d'ordine $3\mu-2r$. In allora la curva L si deve pensare come costituita da una linea d'ordine $2\mu-r$ e dalla retta p riguardata come la sovrapposizione di r linee rette.

27. Se la linea l_1 è una retta, la sua curva coniugata l_{23} è una cubica (21) la quale ha un punto doppio nel punto M e tocca in tre punti la conica fondamentale. In tal caso la curva L è una conica tritangente (26) alla curva σ, comune al piano θ ed alla superficie fondamentale Σ. Ma se la retta l_1 passa per M, la l_{23} è una tangente della conica fondamentale c (17, a) e la linea L si spezza nella retta p (tangente doppia della curva σ) ed in una tangente semplice di σ (15). Da

ciò si vede che i raggi del fascio di centro M, la serie delle tangenti di c e la serie delle tangenti di σ sono tre forme proiettive.

La curva σ è rappresentata nel piano π, dalla conica fondamentale considerata insieme alla Jacobiana c_{23}, della rete Θ (17, a), la quale devesi ritenere come la sovrapposizione di due luoghi di terzo ordine. In particolare, alle tre cuspidi di σ (punti comuni al piano θ ed allo spigolo di regresso di Σ) corrispondono i tre punti di contatto di c_{23} con la conica c. Le tangenti in questi punti, prese insieme alle rette che proiettano da M i punti istessi, sono le imagini delle tre tangenti nelle cuspidi di σ. E poichè i vertici del triangolo formato da quelle tangenti sono tre punti coniugati (18, c), così se ne deduce il noto teorema che le tangenti della curva σ, nelle tre cuspidi, si tagliano in un medesimo punto (che è rappresentato dal triangolo menzionato).

28. Una curva l, del piano π, nella quale esistano infinite terne di punti coniugati, è l'imagine di una curva L avente una posizione affatto generale rispetto alla curva σ. Infatti data ad arbitrio una curva L, nel piano θ, la sua imagine è una curva che contiene infinite terne di punti coniugati (15). Dinotando con 2μ l'ordine di l, l'ordine di L è μ (14) e se ω è la classe di quest'ultima curva, la classe di l è espressa da $2\mu+3\omega$ (23, c).

Le rette del sistema (p) guidate per i punti di l od L formano una superficie gobba Φ, del grado 4μ, la quale ammette come linea tripla la curva L. Tale superficie ha una generatrice multipla secondo il numero μ (la retta p) passante per il punto M che è $(\mu)^{plo}$ per la curva l. Ad ogni punto doppio o ad ogni cuspide della curva L, corrisponde in l una terna di punti (coniugati) doppî oppure di cuspidi. Le rette del sistema (p) uscenti dai punti doppî e dalle cuspidi di L sono rispettivamente generatrici doppie o di regresso della superficie Φ.

I 4μ punti comuni ad L ed alla curva σ (od alla superficie Σ) sono rappresentati sul piano π, da altrettanti punti comuni alla curva l ed alla conica fondamentale c, presi insieme ai loro coniugati i quali a due a due coincidono sulla cubica c_{23} (23, c). Se A_1 e uno dei 4μ punti anzidetti sulla conica c, e A_2, A_3 sono i suoi due coniugati riuniti sopra c_{23}, poichè la tangente della curva l in A_2 (od A_3) è anche tangente alla conica c, così le due generatrici successive della superficie Φ che passano per A_2 ed A_3 giacciono in un elemento sviluppabile della superficie stessa ed il relativo punto cuspidale è rappresentato dalla terna $A_1 A_2 A_3$.

29. Siano L ed L$'$ due curve date nel piano obbiettivo θ, la prima dell'ordine μ e la seconda dell'ordine μ_1. Le loro imagini l ed l' nel piano π, sono rispettivamente dell'ordine 2μ e $2\mu_1$ per cui esse si tagliano in $4\mu\mu_1$ punti, dei quali, $\mu\mu_1$ sono riuniti nel punto M (23, c) e gli altri $3\mu\mu_1$ formano $\mu\mu_1$ terne di punti coniugati che rappresentano i punti comuni ad L ed L$'$.

Se $\mu=\mu_1$ i punti comuni ora detti definiscono la base di un fascio φ di curve d'ordine μ, ed i $4\mu^2$ punti comuni alle curve l ed l' definiscono la base di un fascio φ', di curve d'ordine 2μ, imagine di φ. È poi evidente che questi due fasci sono tra loro proiettivi. Ora, se s'imagina che un luogo del piano θ sia generato dalle mutue intersezioni delle curve corrispondenti di due fasci proiettivi φ e ψ, l'imagine di quel luogo sarà generato dalle mutue intersezioni delle curve corrispondenti dei due fasci proiettivi φ' e ψ' che sono le imagini di φ e ψ.

Se φ e ψ sono due fasci di rette, φ' e ψ' sono due fasci di coniche (16), i quali generano una curva l, del quarto ordine, avente la proprietà di contenere infinite terne di punti coniugati e cioè di ammettere infiniti triangoli inscritti, i quali sono circoscritti alla conica fondamentale. Sei punti della conica del piano θ, la quale ha per imagine la curva l anzidetta, sono legati tra loro dal noto teorema di Pascal, epperò questo teorema, convenientemente trasportato potrà servire alla costruzione della curva l.

Tale curva è determinata quando sono dati cinque triangoli circoscritti alla conica fondamentale, i vertici dei quali siano coniugati in un medesimo sistema di terne di punti coniugati. Per ciò di quei cinque triangoli tre soltanto si possono assumere completamente ad arbitrio (16). Le tre coniche passanti per i vertici di due di essi si tagliano in un punto M che è doppio per la curva l (23, c), ed individuano una rete Θ insieme ad un sistema di terne di punti coniugati. Perciò se si conoscono due altri punti qualisivogliano, della curva l, ognuno di essi fornirà gli altri due che gli sono coniugati e s'avranno così i cinque triangoli richiesti.

Indicando con 1, 2, 3, 4, 5, tali triangoli, con 6 un altro triangolo inscritto nella curva l e circoscritto alla conica fondamentale e convenendo di chiamare coniche opposte della rete Θ, quelle che sono circoscritte alle coppie di triangoli 1, 2 e 4, 5; 2, 3 e 5, 6; 3, 4 e 6, 1, il teorema di Pascal qui prende l'enunciato:

Le coniche opposte della rete Θ definite da sei terne qualunque di punti coniugati della curva l, determinano tre terne di punti coniugati situati sopra una medesima conica della rete.

Ciò insegna a costruire la curva di quart'ordine di cui si tratta.

30. Si consideri lo spazio come il complesso de' suoi infiniti piani $\theta_1, \theta_2, \theta_3 .....$; in allora se sopra il piano π s'imaginano rappresentati tali piani nel modo precedentemente indicato (16) si avrà una triplice infinità di sistemi di terne di punti coniugati e quindi una triplice infinità di reti $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3, ...$ di coniche, analoghe alla rete Θ studiata al n. 16 e segg.

La conica $\Theta_1 \Theta_2$, che rappresenta la retta $\theta_1 \theta_2$, è il luogo delle terne di punti che sono coniugati in entrambi i sistemi determinati dalle reti Θ_1 e Θ_2. Tutti i piani passanti per la retta $\theta_1 \theta_2$ sono rappresentati dai sistemi di terne di punti coniugati che hanno in comune le terne situate sopra la conica $\Theta_1 \Theta_2$. Ogni posizione del punto M (16), sopra tale conica, determina uno di quei sistemi e quindi un piano del fascio che ha per asse la retta $\theta_1 \theta_2$ [1]. Viceversa, ogni piano di questo fascio determina un sistema di terne di punti coniugati, al quale appartengono le terne situate sulla conica $\Theta_1 \Theta_2$, e quindi una posizione del punto M. Segue da ciò che un fascio di piani e la relativa serie di punti M sono due forme proiettive.

Per un piano il quale contenga una generatrice della sviluppabile fondamentale Σ, il punto M cade evidentemente sopra la conica fondamentale. Ma in tal caso si è dimostrato che insieme alla rete Θ, che rappresenta quel piano, ne rimane naturalmente individuata un' altra Θ' (24), il che significa che i piani passanti per

[1] Infatti, le coniche passanti per M e per i vertici di un triangolo inscritto nella conica $\Theta_1 \Theta_2$ e circoscritto alla conica fondamentale, sono tutte le curve d'una rete Θ, fra le quali è la conica $\Theta_1 \Theta_2$ sopraddetta.

le generatrici della sviluppabile fondamentale sono tra loro riferiti a due a due.

Questa d'altronde è una legge alla quale sono soggetti i punti medesimi della superficie Σ. Infatti, ogni retta del sistema (p) tocca Σ in due punti dei quali l'uno determina l'altro. Da quanto è detto al n. 3 si rende anche evidente che se un punto percorre una generatrice di Σ, il suo corrispondente percorre quella conica della superficie che trovasi nel piano tangente lungo la generatrice anzidetta.

Mediante la legge di dualità, qui si deduce subito che se un piano ruota intorno ad una generatrice di Σ, il piano corrispondente inviluppa il cono di seconda classe che dal punto di contatto della generatrice con lo spigolo di regresso della superficie, proietta le altre generatrici di essa.

Infine i piani tangenti della sviluppabile fondamentale hanno una rappresentazione particolare e cioè ognuno di essi è riferito omograficamente punto a punto al piano rappresentativo π (3).

31. Se un piano si muove nello spazio generando una sviluppabile della classe γ, il punto M, nel piano π, descrive un luogo che risulta dalle intersezioni del piano π con tutte le rette del sistema (p) guidate nelle successive posizioni del piano mobile (16). Tali rette formano una superficie gobba Φ, la quale è segnata dal piano π secondo un certo numero di generatrici e secondo una curva l' ordine della quale è espresso dal numero delle generatrici ora dette (7).

Ora, la sviluppabile considerata taglia π lungo una curva della classe γ la quale, perciò, ha 2γ tangenti comuni con la conica fondamentale e queste tangenti sono manifestamente le generatrici della superficie Φ contenute in π (3). Dunque la curva luogo del punto M è dell'ordine 2γ e poichè essa interseca in 4γ punti la conica fondamentale così (2) vi sono altrettante generatrici di Σ per ciascuna delle quali passa un piano tangente della sviluppabile in quistione.

32. Siano A, B, C, D, E, cinque punti dati nello spazio e T_a, T_b, T_c, T_d, T_e, i cinque triangoli, circoscritti alla conica fondamentale, che servono a rappresentare quei punti sul piano π. Indico con F un sesto punto qualunque dello spazio e con λ il rapporto anarmonico dei quattro piani che dalla retta AB proiettano i punti C, D, E, F. A questi piani corrispondono, sulla conica circoscritta ai triangoli T_a, T_b, e che è l'imagine di AB, quattro posizioni M_c, M_d, M_e, M_f, del punto M, tali che $(M_c\, M_d\, M_e\, M_f) = \lambda$. Perciò il punto M_f è determinato ed esso, considerato insieme alla conica sopraddetta, individua un sistema di terne di punti coniugati che rappresenta il piano ABF.

Se l' indicata costruzione si ripete prendendo come asse di proiezione, invece di AB, una volta AC ed un'altra BD, si vengono ad individuare due nuovi sistemi di terne di punti coniugati i quali, col primo, hanno in comune una sola terna T_f. Questa terna rappresenta sopra π il punto F.

Da tuttociò si vede in qual modo la rappresentazione dello spazio sul piano π può rendersi indipendente dalla costruzione diretta accennata al n. 15; inoltre si rende pure palese che il piano π ed in esso la conica fondamentale possono essere dati comunque.

Altre proprietà delle superficie Φ formate con rette del sistema (p) e corrispondenti proprietà di geometria piana.

33. Si considerino: la sviluppabile fondamentale Σ, il sistema delle rette (p) che essa determina (3) ed un piano tangente π, di quella superficie, sul quale suppongo rappresentato ogni punto dello spazio nel modo precedentemente dichiarato (15 e segg.) Indicherò al solito, con c la conica fondamentale sezione del piano π colla superficie Σ.

Ciò posto, una curva l_1, d'ordine μ, data ad arbitrio nel piano π, determinerà una superficie Φ, d'ordine 2μ, come luogo delle rette del sistema (p) che appoggiano ai punti di quella (7). La curva doppia L, di Φ; verrà segata da un piano qualunque dello spazio in $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$ punti ciascuno dei quali avrà per imagine un triangolo di cui due vertici, R_1, R_2, sono una coppia di punti coniugati della curva l_1, nel sistema di punti coniugati che rappresenta il piano seguente; il terzo vertice R_3 è un punto doppio della curva l_{23}, coniugata di l_1 nel sistema ora detto (26).

Ora è evidente che variando questo sistema, e cioè il piano segante, il luogo dei punti R_1, R_2 è la curva l_1, mentre il luogo del punto R_3 è una curva l_d la quale insieme ad l_1 rappresenta la curva doppia L della superficie Φ.

Nel supposto che questa superficie sia costruita, se per ogni punto di L si guidano le tre rette del sistema (p), due di esse appartengono a Φ e passano per due punti determinati di l_1 e la terza taglia il piano π in un punto della curva l_d. Il luogo di questa terza retta è una superficie gobba Φ', le generatrici della quale, in un piano tangente qualunque della sviluppabile Σ, sono tutte le tangenti della conica di Σ, contenuta in quel piano, che si possono guidare dai punti della curva L situati nel piano stesso, escluse le generatrici di Φ (7). E poichè queste generatrici si tagliano in $\frac{1}{2}\mu(\mu-1)$ punti, così il numero delle tangenti di cui si tratta è $\frac{3}{2}\mu(\mu-1)$ $-\frac{1}{2}\mu(\mu-1)=\mu(\mu-1)$. Per conseguenza la superficie Φ è dell'ordine $2\mu(\mu-1)$ e la curva l_d è dell'ordine $\mu(\mu-1)$.

34. Se si pon mente che nel piano π ogni tangente della conica fondamentale è la traccia di un piano tangente della superficie Σ, si rende manifesto che la curva l_d si può dedurre direttamente da l_1 come segue.

S'imagini una trasversale, della curva l_1, la quale si muova conservandosi tangente alla conica fondamentale. Questa trasversale, in una data posizione u, interseca l_1 in μ punti per ognuno dei quali passa una seconda tangente della conica anzidetta. Il luogo di tutti i punti in cui si segano due a due le tangenti così determinate è la curva l_d. Per ottenere i punti di tale curva che giacciono sopra u basta condurre per ciascuno dei $\mu(\mu-1)$ punti, nei quali le tangenti dianzi costruite segano ulteriormente l_1, la seconda tangente della conica fondamentale sino ad incontrare u. I punti d'incontro sono i richiesti, onde anche in questo modo si trova che l'ordine della curva l_d è $\mu(\mu-1)$.

Se la trasversale mobile u, in una delle sue posizioni tocca la curva l_1, le due tangenti della conica fondamentale passanti per due punti della curva stessa che sono riuniti nel punto di contatto, si tagliano sopra la conica ora detta. Segue da ciò che se ν dinota la classe di l_1, *la curva l_d e la conica fondamentale s'intersecano in 2ν punti, nei quali le tangenti della conica passano per i punti di contatto, con la curva l_1, delle tangenti comuni a questa curva alla conica stessa.*

35. S' indichi con P o con Q un punto doppio della curva l_1, a seconda che lo si considera come esistente sull'uno o sull'altro dei due rami di curva che s'incrociano in tal punto. Guidate per esso le tangenti u_1 ed u_2, alla conica fondamentale c, per ottenere i punti della curva l_d che trovansi in u_1 si segua il procedimento più sopra indicato (34). In allora si vede che se pel punto P, comune ad u_1 ed l_1, si conduce la seconda tangente u_2, della conica c, questa taglia l_1 in $\mu-1$ punti, escluso P, tra i quali uno è Q. La tangente di c (oltre u_2) uscente da Q, essendo coincidente con u_1, determina su questa retta un punto della curva l_d il quale giace sulla conica c. Se poi in ciò che ora si disse, si scambiano tra loro i punti P e Q si trova che vi è un altro punto della curva l_d nel punto di contatto di u_1 con la conica fondamentale.

Simile ragionamento si applica identicamente anche per la retta u_2 da cui si trae che:

La curva l_d tocca la conica fondamentale in tutti i punti nei quali le tangenti di questa conica passano per i punti doppî della curva l_1.

Nel supposto che il punto P, sopra considerato, invece di un punto doppio, sia una cuspide della curva l_1, valgono ancora le conclusioni fatte poc'anzi. Però in tal caso si osservi che la retta u_1 è una tangente della conica c intermedia a due altre u'_1, u''_1, che le sono successive, delle quali la prima, in prossimità di P, taglia la curva l_1 in due punti reali e la seconda taglia la curva medesima in due punti imaginarî. Le due tangenti di c (oltre u'_1) uscenti dai punti reali anzidetti, s' incontrano in un punto della curva l_d il quale è esterno a c, mentre le due tangenti (oltre u''_1) di questa conica, uscenti dai punti imaginarî menzionati, s' incontrano in un punto della curva l_d il quale è interno alla conica c. Segue da ciò che la curva l_d nel punto di contatto di c con la retta u_1, non solo tocca ivi la stessa c, ma penetra dall'esterno all' interno di tale conica, il che esige che il contatto sia di secondo ordine. Dunque :

La curva l_d ha un contatto tripunto con la conica fondamentale, in tutti i punti nei quali le tangenti di questa conica passano per le cuspidi della curva l_1 [1].

[1] Da ciò che è detto ai n. 34 e 35 segue che se si indicano rispettivamente con δ ed ε il numero dei punti doppî e quello delle cuspidi della curva l_1, il numero dei punti comuni a questa curva ed alla conica fondamentale è $2\nu+4\delta+6\varepsilon$. L'ordine di l_d è dunque esprimibile tanto con $\nu+2\delta+3\varepsilon$ quanto con $\mu(\mu-1)$ (33). Si ha perciò l'eguaglianza:

$$\nu+2\delta+3\varepsilon=\mu(\mu-1)$$

Oppure:

$$\nu=\mu(\mu-1)-2\delta-3\varepsilon,$$

la quale è la nota formola di Plücker, relativa alla curva l_1.

36. Le curve l_1 ed l_d si tagliano in $\mu^2(\mu-1)$ punti dei quali conviene trovare il significato.

Si osservi perciò che in ciascun punto, comune ad l_1 ed alla conica fondamentale la tangente di questa conica interseca l_1 in altri $\mu-1$ punti i quali appartengono alla curva l_d. In tal modo si trovano $2\mu(\mu-1)$ dei punti di cui si tratta. Questi esclusi, ne rimangono $\mu^2(\mu-1)-2\mu(\mu-1)=\mu(\mu-1)(\mu-2)$ per ognuno dei quali esiste una tangente della conica fondamentale che contiene due punti di l_1 che, con quello che si considera, formano un triangolo circoscritto alla conica suddetta. I tre vertici di questo triangolo sono evidentemente nelle medesime condizioni e cioè per essi passa la curva l_d. Segue da ciò che i $\mu(\mu-1)(\mu-2)$ punti suaccennati sono distribuiti in tante terne, ciascuna delle quali fornisce un triangolo inscritto nella curva data e circoscritto alla conica fondamentale. E poichè questa conica e la curva l, non sono legate da alcuna relazione particolare, così si ha il teorema:

In una data curva piana, d'ordine μ, si possono inscrivere $\frac{1}{3}\mu(\mu-1)(\mu-2)$ triangoli i quali siano circoscritti ad una medesima conica data ad arbitrio nel piano della curva [1].

Ognuno di questi triangoli è manifestamente l'imagine di un punto della curva doppia L, della superficie Φ (33), pel quale passano tre generatrici della superficie stessa. Perciò:

La curva doppia della superficie Φ è dotata di $\frac{1}{3}\mu(\mu-1)(\mu-2)$ punti tripli [2].

37. La curva l_d ammette generalmente un certo numero di punti doppî. Se P è uno di tali punti è evidente che sulle due tangenti della conica fondamentale, condotte per esso, esistono due coppie di punti A, B e C, D (fig. 4) della curva l_1, tali che le rette AB e CD sono tangenti alla conica fondamentale. Il punto P′, comune ad AB e CD, è allora sulle medesime condizioni di P rispetto alla curva l_d e quindi è un altro punto doppio di essa. Da ciò si vede che nella curva l_d vi sono tante coppie di punti doppî, generati nel predetto modo, quanti sono i quadrilateri inscritti nella curva data e circoscritti alla conica fondamentale.

Il significato di questi punti doppî, rispetto alla curva doppia della superficie Φ (33) è il seguente. S'imaginino le due rette p e p', del sistema (p) passanti rispettivamente per P e P′: i piani tangenti della sviluppabile fondamentale Σ, passanti per AB e CD, tagliano p in due punti della curva doppia di Φ e parimenti i piani tangenti di Σ

[1] Questo teorema, che credo conosciuto, si dimostra facilmente per altra via quando, invece di una curva piana propriamente detta, si tratti di un sistema di μ rette (poligono di μ lati). Infatti si sa che in un triangolo si possono inscrivere due triangoli circoscritti ad una conica data (Cremona, *Geometria proiettiva*, pag. 1 17). Ora, con μ rette si possono formare $\frac{\mu(\mu-1)}{2}\frac{(\mu-2)}{3}$ triangoli e quindi il numero totale dei triangoli inscritti nel poligono dato e circoscritti alla conica sarà il doppio del numero ora scritto e cioè $\frac{1}{3}\mu(\mu-1)(\mu-2)$, come si è trovato in generale.

[2] S'intende indipendentemente dai punti tripli di cui può essere dotata la curva l_1 (10).

passanti per AC e BD tagliano p' in altri due punti della curva doppia anzidetta. Perciò le rette p e p' sono corde bisecanti questa curva senza essere generatrici di Φ.

Da quanto precede si deduce che in generale la curva l_d non ammette regressi che siano generati come casi particolari dei punti doppî precedentemente considerati. Infatti, un regresso di l_d avrebbe origine se ad es. una delle rette p e p', od analoghe, fosse tangente alla curva doppia di Φ. Se la p godesse di tale proprietà, sarebbero C e D infinitamente vicini ad A e B rispettivamente e quindi le PA e PB toccherebbero la curva l_1 in due punti A e B situati sopra una medesima tangente della conica fondamentale, il che non avverrà in generale essendo la curva l_1 data comunque.

38. Ma la curva l_d può ammettere altri punti doppî e anche punti di regresso, se la curva l_1 è essa pure dotata di tali singolarità.

Indicando come precedentemente (35) con P un punto doppio di l_1 e con u_1, u_2 le due tangenti della conica fondamentale uscenti da esso è evidente che le tangenti della conica ora detta condotte per i $\mu-2$ punti nei quali u_2 (all' infuori di P) taglia l_1, intersecano u_1 in tanti punti doppî di l_d. Altrettanti punti doppî di questa curva trovansi sopra u_2 epperò i δ punti doppî di l_1 danno origine a $2\delta(\mu-2)$ punti doppî della curva l_d.

In modo analogo si vede che gli ε regressi della curva l_1 forniscono $2\varepsilon(\mu-2)$ regressi di l_d.

Il numero δ_1, dei punti doppî di l_d generati nel primo modo (37) si potrà immediatamente ottenere quando sarà nota la classe di tale curva. Per iscoprire questa classe considero una qualunque t delle 2ν tangenti comuni ad l_1 ed alla conica fondamentale c. Se T è il punto di contatto con l_1, per tale punto passa un'altra tangente t', della conica c, la quale sega l_1 in altri $\mu-1$ punti, oltre T. Ora è evidente che le tangenti c uscenti da questi punti incontrano t in $\mu-1$ punti nei quali la stessa t tocca la curva l_d. Da cui segue che ogni tangente comune alla curva l_1 ed alla conica fondamentale è una tangente multipla secondo il numero $\mu-1$ per la curva l_d.

Inoltre, la retta t tocca la curva l_1 in T e quindi la sega in altri $\mu-2$ punti; le tangenti condotte per essi alla conica c incontrano t' in $\mu-2$ punti in ciascuno dei quali esse toccano la curva l_d.

Dopo ciò, rammentando (35) che l_d ha un contatto semplice, con la conica fondamentale, in 2δ punti ed un contatto di secondo ordine in 2ε punti, si conclude che il numero totale delle tangenti comuni ad l_d ed alla conica suddetta è espresso dalla somma $2\nu(\mu-1)+2\nu(\mu-2)+4\delta+6\varepsilon$ e che perciò la classe di l_d è $\mu(\mu-1)+2\nu(\mu-2)$.

Il numero δ_1 si può dunque trarre dalla equazione:

$$\mu(\mu-1)+2\nu(\mu-2)=\mu(\mu-1)\left\{\mu(\mu-1)-1\right\}-4\delta(\mu-2)-2\delta_1-6\varepsilon(\mu-2),$$

la quale fornisce:

$$\delta_1=\frac{1}{2}\mu(\mu-1)^2(\mu-2)$$

Tale è il numero delle rette del sistema (p) le quali sono corde bisecanti la curva

doppia della superficie Φ, senza essere generatrici di questa superficie. Il numero $\frac{\delta_1}{2}$ rappresenta, come già si vide (37) il numero dei quadrilateri inscritti nella curva data l_1 e circoscritti alla conica fondamentale epperò si ha il teorema:

In una curva piana qualunque, d'ordine μ, si possono inscrivere $\frac{1}{4}\mu(\mu-1)^2(\mu-2)$ quadrilateri circoscritti ad una medesima conica data ad arbitrio nel piano della curva [1].

39. Si supponga che in una curva l, d'ordine n, si possano inscrivere $\frac{1}{3}n(n-1)(n-2)+1$ triangoli circoscritti alla conica fondamentale c. In allora la curva l_d (dedotta da l col procedimento sopra indicato (34)) dovendo avere in comune con l tre punti di più di quelli che comporta il suo ordine (36), si scomporrà nella stessa curva l ed in un'altra curva, che designerò con l'_d. Perciò:

Se in una curva d'ordine n sono inscritti $\frac{1}{3}n(n-1)(n-2)+1$ triangoli circoscritti ad una conica, infiniti altri triangoli godranno dell'istessa proprietà. La curva l è dunque d'ordine pari (14) e quindi porrò $n=2\mu$, per cui la curva l'_d sarà dell'ordine $2\mu(2\mu-1)-2\mu=4\mu(\mu-1)$. (33).

Se per tutti i punti di l si guidano le rette del sistema (p) queste passeranno tre a tre per i punti di una curva L, d'ordine μ (che potrà essere piana o gobba) e formeranno una superficie gobba Φ per la quale L è una linea tripla (14).

Una tangente qualunque u, della conica fondamentale, seghi l nei 2μ punti $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$ .... Questi punti si presentano distinti per coppie tali, che per i punti A_1, A_2, d'una coppia, passano due tangenti, della conica c, le quali si tagliano in un punto A_3 della stessa curva l, ed il triangolo $A_1 A_2 A_3$ rappresenta un punto della curva L. Invece, le due tangenti (oltre u), della conica c, uscenti da due punti, come A_1, B_1, che non appartengono ad una delle coppie anzidette, s'incontrano in un punto D_1 della curva l_d ed il triangolo $A_1 B_1 D_1$ rappresenta

[1] Siano t, u, v tre rette date. Il teorema: Se un quadrilatero, senza mai cessare di essere circoscritto ad una conica, si deforma in modo che tre de' suoi vertici corrano sopra tre rette fisse uscenti da uno stesso punto, anche il quarto vertice si muove sopra una retta fissa passante per quel punto (Cremona, *Geometria proiettiva* pag. 95), applicato alle due rette t, u ad una terza retta t', coincidente con t, conduce a costruire infiniti quadrilateri circoscritti ad una conica, in ciascuno dei quali due vertici cadono sopra t (o t'), il terzo vertice sopra u ed il quarto vertice sopra una retta x passante il punto tu. Vi è uno solo di quei quadrilateri col quarto vertice sopra v perchè questo vertice deve in pari tempo giacere sopra x, epperò vi sono tre quadrilateri circoscritti ad una conica ed aventi i loro vertici sopra i lati del dato triangolo tuv.

Si osservi ancora che in un quadrilatero si possono inscrivere sei quadrilateri circoscritti ad una conica data, tali che ciascuno abbia un solo vertice sopra ogni lato del quadrilatero dato. Ciò posto, se è dato un sistema di μ rette (poligono di μ lati) con tali rette si possono formare $\frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)}{2\cdot 3}$ triangoli e $\frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)(\mu-3)}{2\cdot 3\cdot 4}$ quadrilateri e quindi, perciò che si disse, il numero totale dei quadrilateri circoscritti ad una conica ed aventi i vertici sopra a quelle rette è: $3\frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)}{2\cdot 3}+6\frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)(\mu-3)}{2\cdot 3\cdot 4}=\frac{1}{4}\mu(\mu-1)^2(\mu-2)$, come si è trovato in generale.

manifestamente un punto della curva L′, doppia per la superficie Φ. Questa curva L′ è dell'ordine $\frac{3}{2}\,2\mu\,(2\mu-2)=6\mu\,(\mu-1)$, (14).

Da ciò che ora si è detto risulta, che se da un punto A_1, di l, si guidano le due tangenti u' ed u'' della conica c, ognuna di queste rette incontrerà di nuovo l in $2\mu-1$ punti, fra i quali ve ne saranno due, l'uno A_2 sopra u' e l'altro A_3 sopra u'', che con A_1 formeranno un triangolo circoscritto a c, il quale rappresenterà un punto della curva L. Le tangenti di c condotte per i rimanenti $2\mu-2$ punti di l, situati tanto in u' che in u'', insieme a queste rette formeranno $2\,(2\mu-2)$ triangoli ciascuno dei quali rappresenterà un punto della curva doppia, della superficie Φ, situato sulla generatrice passante per A_1.

40. Sia v' una tangente comune alla curva l ed alla conica fondamentale. Qui sono a distinguersi due casi differenti e cioè: o i due punti di l riuniti nel punto di contatto sono accoppiati nel modo sopraddetto (39), o non lo sono.

a) Nel primo caso, se diconsi A_1, A_2 quei punti, è evidente che la curva l passa per il punto A_3 di contatto della seconda tangente della conica c, condotta per A_1 (od A_2) ed il triangolo $A_1\,A_2\,A_3$ è l'imagine di un punto A comune alla curva L ed alla sviluppabile fondamentale Σ (15). La generatrice, della superficie Φ, passante per A_1 è un elemento sviluppabile di tale superficie (8) ed A è il relativo punto cuspidale. Segue pertanto da ciò che la curva l e la conica c hanno 4μ tangenti semplici comuni, le quali passano per i loro punti d'intersezione.

b) Nel secondo caso (fig. 5), se diconsi A_1 e B_1 i due punti riuniti nel punto di contatto della retta v' con la curva l, anche i punti A_2 e B_2 che con quelli formano le due coppie $A_1\,A_2$, $B_1\,B_2$ sono infinitamente vicini. Infatti, se ciò non fosse, le seconde tangenti della conica c, passanti per A_2 e B_2, taglierebbero la seconda tangente v'', di c, passante per A_1 (o B_1) in due punti distinti A_3 e B_3, i quali, sopra v'', sarebbero entrambi accoppiati col solo punto A_1, il che è impossibile. Dunque in questo caso la v' è una delle τ tangenti doppie di l che sono in pari tempo tangenti di c.

Le rette $A_1\,A_3$, $A_2\,A_3$ toccano c in due punti E ed F che appartengono evidentemente alla curva l'_d ed i due triangoli $A_1\,B_1$ E, $A_2\,B_2$ F rappresentano due punti comuni alla curva doppia L′, della superficie Φ, ed alla sviluppabile Σ. Perciò il numero totale dei punti d'intersezione di l'_d con c, e quindi di L′ con Σ, i quali sono generati nel modo ora detto, è 2τ.

I due triangoli successivi $A_1\,A_2\,A_3$, $B_1\,B_2\,B_3$ rappresentano due punti successivi della curva L situati nel piano α, tangente a Σ, che taglia il piano rappresentativo secondo la retta u' e cioè il piano α tocca la curva L in un punto A. Le generatrici della superficie Φ, passanti per A_1 ed A_2 sono due elementi sviluppabili della superficie stessa, aventi in comune il punto cuspidale A.

Le rette A_1 E, B_2 F determinano in A_3 un punto della curva l'_d e così le rette B_1 E, A_2 F determinano in B_3 un secondo punto di l'_d successivo ad A_3, permodochè i due triangoli successivi $A_1\,B_2\,A_3$, $B_1\,A_2\,B_3$ rappresentano due punti, della curva doppia L′, situati nel piano α sopraddetto e tra loro infinitamente vicini.

Dunque le curve l ed l'_d si segano in A_3 (o B_3) e nei punti analoghi in numero di τ. E le curve L ed L' si segano nel punto cuspidale A (e nei punti analoghi pure in numero di τ) ed ivi sono entrambe toccate dal piano α.

Le cose precedenti mettono in evidenza che il numero totale delle tangenti comuni alla curva l ed alla conica c è $4\mu + 2\tau$ e che perciò se ν dinota la classe di l si ha:

$$\nu = 2\mu + \tau \qquad 1)$$

41. La curva l presenta generalmente un certo numero δ_1 di punti doppî i quali hanno origine dall'esservi un egual numero di rette del sistema (p) che sono corde bisecanti la linea tripla L della superficie Φ. Se A_1 (o B_1) è uno di questi punti doppî (fig. 6), e siano u e v le tangenti della conica fondamentale passanti per esso, è evidente che queste rette sono due lati comuni (in direzione) ad una coppia di triangoli $A_1 A_2 A_3$, $B_1 B_2 B_3$, inscritti nella curva l e circoscritti alla conica menzionata. Il punto C, comune alle $A_2 A_3$, $B_2 B_3$, è un punto doppio per la curva l'_d e la retta del sistema (p), guidata per esso, è una corda bisecante della curva doppia L' della superficie Φ. La curva l'_d, poi tocca la conica c nei punti di contatto con le tangenti u e v (35).

In generale la curva l non è dotata di punti di regresso che sieno generati come casi particolari dei punti doppî di cui ora si tenne parola. Però, la curva l può ammettere altri punti doppî od anche punti di regresso se la curva L ammette essa pure di tali singolarità. È infatti evidente che ciascuna delle terne di rette del sistema (p), passanti per i δ punti doppî di L interseca il piano rappresentativo π in tre punti doppî di l. E così, ciascuna delle terne dirette del sistema (p) passanti per gli ε punti di regresso di L, interseca π in tre punti di regresso di l.

Con gli stessi ragionamenti fatti al n. 35, a proposito della curva l_d, si trova qui facilmente che ogni terna di punti doppî di l, generati come ora si disse, dà origine a sei rami della curva l'_d a due a due tangenti alla conica fondamentale c nei punti di contatto di essa coi lati del triangolo determinato da quella terna. E che parimenti per ogni terna di punti di regresso di l, i lati del triangolo da essa determinato toccano c in punti in ciascuno dei quali vi sono due rami di l'_d che hanno ivi entrambi un contatto tripunto con c.

Segue da tuttociò e da quanto è detto precedentemente (40) che il numero dei punti comuni a c ed l'_d è eguale alla somma: $4\delta_1 + 2\tau + 12\,\delta + 18\,\varepsilon$, e poichè la curva l'_d è dell'ordine $4\mu\,(\mu-1)$, (39) così deve essere:

$$4\delta_1 + 2\tau + 12\delta + 12\varepsilon = 8\mu\,(\mu-1) \qquad 2)$$

L'eliminazione di τ da questa equazione, mediante la 1), conduce alla seguente:

$$\nu = 2\mu\,(2\mu-1) - 2\delta_1 - 3\,(2\delta + 3\varepsilon). \qquad 3)$$

la quale non è altro che la nota formola di Plücker applicata alla curva l.

42. Indico con ω il rango della curva L e con η il numero delle corde bisecanti la curva stessa che passano per un punto arbitrario dello spazio. In allora si ha:

$$\omega = \mu\,(\mu-1) - 2\,(\eta + \delta) - 3\varepsilon$$

per cui la 3) può scriversi:

$$2\delta_1 - 6\eta - \mu(\mu - 1) = 3\omega - \tau. \quad 3')$$

Ora si rammenti che τ esprime il numero dei piani tangenti della sviluppabile Σ i quali toccano la curva L (40, b), e ciò che è lo stesso, il numero delle tangenti comuni a questa curva ed a quella sviluppabile. Si ha dunque:

$$3\omega = \tau \quad (^1)$$

e quindi:

$$2\delta_1 - 6\eta - \mu(\mu - 1) = 0. \quad 4)$$

Queste due equazioni forniscono i valori di τ e δ_1 in funzione delle caratteristiche della curva L. Tenendo presente il significato di δ_1 (41), dalla 4) si ottiene il teorema:

In una curva gobba d'ordine μ, per la quale sia η il numero delle corde bisecanti che passano per un punto arbitrario dello spazio, esistono $3\eta + \frac{1}{2}\mu(\mu - 1)$ rette bisecanti la curva e bitangenti ad una data sviluppabile di quarto ordine e terza classe.

Pertanto, ponendo 3ω in luogo di τ, nella 1), si ha:

$$\nu = 2\mu + 3\omega$$

la quale fornisce la classe della curva l in funzione dell'ordine e del rango della curva L. Se quest'ultima curva fosse piana, il numero ω esprimerebbe la classe di essa e l'equazione ora scritta diverrebbe quella medesima che è stata trovata al n. 23, trattandosi di questo caso particolare.

Della curva l si conoscono: l'ordine 2μ, la classe ν, il numero $\delta_1 + 3\delta$ dei punti doppî ed il numero 3ε delle cuspidi, per cui si potranno dedurre facilmente tutte le altre caratteristiche della curva stessa.

43. Venendo particolarmente alla curva l'_d (39) riprendo a considerare una qualunque delle 4μ tangenti semplici comuni alla curva l ed alla conica fondamentale c (40, a). Sia z questa tangente, Z il punto di contatto con l e z' la seconda tangente di c passante per Z. La z', oltre che in Z, taglia l in altri $2\mu - 1$ punti dei quali, come già si vide, uno giace sopra c: le tangenti di questa conica uscenti dai $2\mu - 2$ rimanenti incontrano evidentemente z in altrettanti punti di contatto della stessa z con la curva l'_d. Perciò z è una tangente multipla secondo il numero $2\mu - 2$ per la curva ora detta. Dunque, *ogni tangente comune alla curva l ed alla conica fondamentale è multipla secondo il numero $2(\mu - 1)$ per la curva l'_d.*

Si osservi ancora che la retta z tocca la curva l in Z e quindi la taglia di nuovo in $2\mu - 2$ punti per i quali passano altrettante tangenti della curva l'_d aventi i loro punti di contatto sulla retta z'.

Nella fig. 5, con v' è rappresentata una delle τ tangenti doppie della curva l che sono anche tangenti della conica fondamentale (40, b). A_1 ed A_1 sono i punti di

(1) Ciò si fa evidente ricorrendo al teorema correlativo di quello contenuto in tale equazione, il quale enunciato più in generale suona così: Una curva gobba d'ordine m incontra $m\omega$ generatrici di una sviluppabile d'ordine ω.

contatto di essa con l; A_1 A_3 ed A_2 A_3 sono le seconde tangenti di c guidate per A_1 ed A_2. Ora la retta v', all'infuori dei punti di contatto, interseca l in $2\mu - 4$ punti per i quali passano altrettante tangenti di c che toccano la curva l'_d nei loro punti d'intersezione tanto con A_1 A_3 che con A_2 A_3. Perciò vi sono τ $(2\mu - 4)$ tangenti della conica fondamentale le quali sono doppie per la curva l'_d.

Le rette A_1 A_3, A_2 A_3, escludendo il loro punto comune, che appartiene ad l, ed i punti A_1 ed A_2, tagliano di nuovo la curva l in $2\,(2\mu - 2)$ punti. Le $2\,(2\mu - 2)$ tangenti di c passanti per essi intersecano v' in punti dove questa retta tocca la curva l'_d, ossia v' è una tangente multipla secondo il numero $2\,(2\mu - 2)$ della curva ora detta. Dunque vi sono τ tangenti della conica fondamentale le quali sono multiple secondo il numero $2\,(2\mu - 2)$ per la curva l'_d.

Le precedenti considerazioni insieme a quelle del n. 41, conducono a concludere che la curva l'_d e la conica c hanno in comune:

$$8\,\mu\,(\mu - 1) + 8\,\mu\,(\mu - 1) + 4\,\tau\,(\mu - 2) + 4\,\tau\,(\mu - 1) + 4\delta_1 + 12\delta + 18\varepsilon$$

tangenti e che perciò, detta ν' la classe di l'_d si ha:

$$\nu' = 8\,\mu\,(\mu - 1) + 2\,\tau\,(2\mu - 3) + 2\,\delta_1 + 6\delta + 9\varepsilon$$

ossia, tenendo conto delle 1) e 2);

$$\nu' = 2\,\mu\,(2\mu + 1) + \nu\,(4\mu - 7)$$

44. Le curve l ed l'_d hanno $8\,\mu^2\,(\mu - 1)$ punti comuni (39) dei quali interessa di scoprire il modo di generazione.

Sia P_1 uno dei $4\,\mu$ punti d'incontro della curva l con la conica fondamentale c e t la tangente di questa conica in tal punto. La retta t interseca l in 2μ punti di cui uno è P_1; fra gli altri $2\,\mu - 1$, come già si vide (40), ve n'ha uno P_2, nel quale la tangente di l è una tangente di c. Se P_3 è il punto di l infinitamente vicino a P_2, la P_3 P_1 taglia le seconde tangenti di c, uscenti dai $2\,\mu - 2$ punti comuni a t ed l (esclusi P_1 e P_2), in punti della curva l'_d. Questi cadono evidentemente sulla curva l, da cui segue che sopra ciascuna delle $4\,\mu$ tangenti semplici, comuni ad l ed alla conica fondamentale, vi sono $2\,\mu - 2$ punti d'intersezione di l con l'_d.

Le due rette t e P_1 P_3, che sono tangenti successive di c, insieme alle seconde tangenti della stessa c, guidate per i $2\,\mu - 2$ punti anzidetti, determinano $2\,(2\mu - 2)$ triangoli a due a due successivi, i quali sono le imagini dei punti della curva doppia della superficie Φ (39), che trovansi sulla generatrice passante per P_1. E siccome questa generatrice appartiene anche alla sviluppabile fondamentale così ogni generatrice comune alla superficie Φ ed alla sviluppabile fondamentale tocca in $2\,\mu - 2$ punti la curva doppia di Φ.

45. Considero un punto doppio della curva l, generato da una retta del sistema (p) la quale incontra in due punti la curva L (41) talchè i triangoli A_1 A_2 A_3, B_1 B_2 B_3 (fig. 6) che rappresentano quei due punti, hanno i vertici A_1 e B_1 coincidenti insieme nel punto doppio di cui si tratta. La retta A_1 A_2 B_2 taglia la curva l in 2μ punti dei quali i due A_1 e B_1 sono accoppiati (39) ai punti A_2 e B_2. Le tangenti della conica fondamentale c, guidate per i rimanenti $2\mu - 4$, intersecano

le due rette sovrapposte $A_1 A_3$, $B_1 B_3$ in tanti punti che sono doppî per la curva l'_d, mentre le tangenti di c, uscenti da A_2 e B_2 determinano sulle $A_1 A_2$, $B_1 B_2$ i due punti A_3 e B_3 che sono punti semplici tanto per la curva l'_d quanto per la curva l.

Similmente si trova che sulla retta $A_1 A_2 B_3$ esistono $2\mu-4$ punti doppî della curva l'_d e che inoltre questa curva passa una volta tanto per A_2 che per B_2.

Segue da ciò che ciascuno dei δ_1 punti doppî della curva l, generati come il punto A_1 (o B_1), dà origine a $2(2\mu-4)$ punti doppî di l'_d ed a quattro intersezioni di quest'ultima curva con la curva l.

Dinotando con R_1 od S_1 uno dei punti doppî di l'_d di cui ora si è parlato, secondochè esso ritengasi come l'intersezione di l'_d con l'una o con l'altra delle due rette sovrapposte $A_1 A_3$, $A_1 B_3$, la seconda tangente di c guidata per R_1 taglierà la $A_1 A_2$ in un punto T_1 della curva l ed i triangoli $T_1 A_1 R_1$, $T_1 B_1 S_1$, coincidenti, rappresenteranno un punto doppio della curva doppia della superficie Φ. Tale punto è situato sopra la generatrice doppia p, della superficie stessa, che passa per A_1 (o B_1).

Il triangolo $A_1 A_2 A_3$ ha due vertici A_2, A_3 sulla curva l'_d epperò esso rappresenta un punto doppio della curva doppia di Φ il quale giace sulla retta p e sulla curva tripla L di Φ. Dell'istessa proprietà gode anche il triangolo $B_1 B_2 B_3$ per cui si conclude che ciascuna delle δ_1 generatrici doppie (41) della superficie Φ contiene $2(2\mu-4)+2=4\mu-6$ punti doppî della curva doppia.

In quanto ai punti di contatto delle rette $A_1 A_2$, $A_1 A_3$, con la conica fondamentale, i quali sono punti di contatto di questa conica con la curva l'_d (41) ognuno di essi considerato insieme ad A_1 (pensato come doppio) rappresenta un punto della sviluppabile fondamentale nel quale essa è toccata dalla curva doppia di Φ (10).

46. Sia $A_1 A_2 A_3$ (fig. 7) una delle δ terne di punti doppî della curva l, generata da un punto doppio A, della curva L (41), permodochè il triangolo $A_1 A_2 A_3$ è circoscritto alla conica fondamentale c. Indicando con r, r'; s,s'; t, t' le coppie di rami di curva passanti rispettivamente per A_1, A_2, A_3, la tangente di c, infinitamente vicina ad $A_2 A_3$, segherà i rami s ed s' in due punti B_2 e C_2 ed i rami t e t' nei due punti B_3, C_3, tali che le tangenti di c, passanti per B_2 e B_3, si taglieranno in un punto B_1 del ramo r e le tangenti di c passanti per C_2 e C_3 si taglieranno in un punto C_1 del ramo r'.

I punti D e D', l'uno comune a $B_1 B_2$ e $C_1 C_3$ e l'altro comune a $B_1 B_3$ e $C_1 C_2$ appartengono alla curva l'_d ed è evidente che quando la tangente $B_2 C_2 B_3 C_3$, di c, cade in $A_2 A_3$, mentre i due punti B_1 e C_1, di l, si riuniscono in A_1, i punti D e D', di l'_d, si riuniscono pure in A_1 e formano ivi un punto doppio della stessa l'_d. Perciò, se come si è supposto, la $B_2 C_2 B_3 C_3$ è infinitamente vicina ad $A_2 A_3$, le rette D A_1, D' A_1 sono le tangenti di l'_d nel punto A_1.

Queste tangenti sono distinte da quelle della curva l nello stesso punto A_1 perchè i punti D e D' non cadono generalmente sui rami r ed r'. Però, se A_1, A_2, A_3, invece di punti doppî fossero punti di regresso della curva l, le $A_2 B_2$ ed $A_2 C_2$, tangenti in A_2 ai rami s ed s', sarebbero coincidenti e quindi coincidenti i punti B_2, C_2 e le rette $B_2 B_1$, $C_2 C_1$. In modo analogo si vede che in tal caso coinciderebbero insieme anche le rette $B_3 B_1$, $C_3 C_1$ permodochè il punto D cadrebbe in C_1 sul ramo r ed il punto D' in B_1 sul ramo r'.

Segue pertanto da tuttociò che in ciascuno dei 3δ punti doppî (41) della curva l vi è pure un punto doppio della curva l'_d, il che dà origine a 12δ intersezioni di queste due curve.

47. Dinotando con 1, 2, 3, oppure con $1'$, $2'$, $3'$ i vertici del triangolo $A_1\, A_2\, A_3$, sopra considerato, secondochè essi ritengonsi come situati sopra l'una o l'altra delle curve l ed l'_d, i sei triangoli $1\,2\,3'$, $1'\,2'\,3$; $1\,3\,2'$, $1'\,3'\,2$; $3\,2\,1'$, $3'\,2'\,1$ rappresentano tanti punti della curva doppia della superficie Φ (39) riuniti nel punto doppio A della curva tripla L e quindi A è un punto sestuplo della curva doppia anzidetta. Dunque per ogni punto doppio della curva tripla della superficie Φ passano sei rami della curva doppia di questa superficie.

Già s'è visto (41) che per ciascun punto di contatto della conica c con i lati del triangolo $A_1\, A_2\, A_3$ passano due rami della curva l'_d che ivi si toccano tra di loro e toccano c. Ora, tali punti di contatto, presi insieme ai punti A_1, A_2, A_3, considerati come doppî, rappresentano sei punti di contatto della curva della superficie Φ colla sviluppabile fondamentale, i quali giacciono a due a due sulle generatrici di Φ passanti per i vertici del triangolo $A_1\, A_2\, A_3$ (10).

Infine, la retta $A_2\, A_1$, all'infuori di A_2 ed A_1, taglia di nuovo la curva l in $2\mu - 4$ punti e le tangenti di c uscenti da essi (esclusa la $A_2\, A_1$) incontrano la $A_2\, A_3$ in altrettanti punti doppî della curva l'_d. Ripetendo la stessa considerazione per la $A_3\, A_1$ si ricava che la $A_2\, A_3$ oltre i due punti doppî A_2 ed A_3 contiene altri $2\,(2\mu - 4)$ punti doppî di l'_d e quindi sui lati del triangolo $A_1\, A_2\, A_3$, escludendo i vertici, si trovano $6\,(2\mu - 4) = 12\,(\mu - 2)$ punti doppî della curva l'_d.

Da ciò si conclude facilmente che sopra ciascuna delle generatrici doppie di Φ passanti per i vertici del triangolo $A_1\, A_2\, A_3$ (e sulle generatrici analoghe) giacciono $2\,(2\mu - 4)$ punti doppî della curva doppia di Φ.

48. Se i vertici del triangolo $A_1\, A_2\, A_3$ sono tre punti di regresso della curva l, e quindi anche della curva l'_d (46) essi rappresentano un punto di regresso A della curva tripla L della superficie Φ. E poichè i due rami di l uscenti per es. da A_1 sono entrambi toccati dai due rami di l'_d uscenti da questo stesso punto, ne segue che in esso le due curve hanno sei punti comuni. In ciascuna delle ε terne di punti di regresso della curva l (41) sono dunque assorbite 18 intersezioni di tale curva con la curva l'_d.

L'identità di queste curve sui punti di regresso ora considerati ed il potersi riguardare un punto di regresso come un caso particolare di un punto doppio, mostrano (47) che per un punto di regresso della curva L passano sei rami della curva doppia della superficie Φ i quali sono ivi tangenti ad entrambi i rami della stessa curva L.

Questi sei rami, presi a due a due, costituiscono tante cuspidi ordinarie della curva doppia anzidetta.

Com'è noto (41) per ciascuno dei punti di contatto della conica c coi lati del triangolo $A_1\, A_2\, A_3$ passano due rami della curva l'_d entrambi aventi un contatto tripunto con c. Il sistema di questi punti di contatto e dei regressi A_1, A_2, A_3, rappresenta sei punti della curva doppia della superficie Φ situati a due

a due sulle generatrici cuspidali passanti per A_1, A_2, A_3, e sulla sviluppabile fondamentale (10).

In ciascuno di tali punti la curva doppia di Φ ha un contatto tripunto con la sviluppabile anzidetta.

Mediante considerazioni affatto analoghe di quelle del n. 47, si deduce poi che sui lati del triangolo $A_1\ A_2\ A_3$ (escludendo i vertici) si trovano $12\,(\mu-2)$ regressi della curva l'_d e che ciascuna delle generatrici della superficie Φ passanti per A_1, A_2, A_3, contiene $2\,(2\mu-4)$ regressi ordinarî della curva doppia.

49. Un triangolo $A_1\ A_2\ A_3$ (fig. 8) sia inscritto nella curva l e circoscritto alla conica fondamentale c. Nel supposto che la curva l'_d passi per A_1 è evidente che sulle rette $A_1\ A_2$ ed $A_1\ A_3$ vi saranno rispettivamente due punti B_1 e C_1, della curva l, non accoppiati nel senso del n. 39, ma tuttavia sopra una tangente di c. Ora si vede facilmente che le rette $A_1\ B_1$ e $C_1\ B_1$, tangenti di c uscenti dai due punti A_1, C_1 di l non accoppiati nel predetto senso, si tagliano in un punto B_1 della curva l'_d. In modo analogo si trova che questa curva passa anche per C_1 per cui i vertici del triangolo $A_1\ B_1\ C_1$ sono esattamente in condizioni identiche nella questione attuale.

Vi sarà dunque una tangente di c la quale taglierà le rette $A_1\ B_1$ e $C_1\ B_1$ rispettivamente nei punti B_2 e B_3 (accoppiati) della curva l ed un'altra tangente di c che taglierà $A_1\ C_1$ e $B_1\ C_1$ rispettivamente nei punti C_2 e C_3 (accoppiati) della stessa curva l.

Inoltre è manifesto che il punto D, comune ad $A_2\ A_3$ e $B_1\ C_1$ è un punto della curva l'_d il quale viene generato due volte: l'una dalla intersezione delle tangenti di c (esclusa la $A_3\ C_1$) uscenti da A_3 e C_1; l'altra dalla intersezione delle tangenti di c (esclusa la $A_2\ B_1$) uscenti da A_2 e B_1, le quali coincidono rispettivamente con le prime due ora dette. Similmente si prova che sono punti doppî di l'_d il punto E, comune ad $A_1\ C_1$ e $B_2\ B_3$ ed il punto F comune ad $A_1\ B_1$ e $C_2\ C_3$.

Si conclude adunque che vi è un certo numero δ_2 di punti comuni alla curva l ed l'_d i quali sono distribuiti in terne. Ognuna di queste terne consta di un triangolo circoscritto alla conica fondamentale ed inscritto in entrambe le curve e dà origine a tre punti doppî della curva l'_d.

I tre piani tangenti della sviluppabile fondamentale che passano per i lati del triangolo $A_1\ B_1\ C_1$ si tagliano a due a due secondo tre generatrici della superficie Φ, le quali concorrono in un punto P. Questo è dunque un punto triplo, della curva doppia di Φ, il quale è rappresentato dal triangolo menzionato.

In quanto ai triangoli $A_1\ A_2\ A_3$, $B_1\ B_2\ B_3$, $C_1\ C_2\ C_3$, essi rappresentano tre punti A, B, C della linea tripla L, della superficie Φ, le congiungenti dei quali essendo situate rispettivamente nei piani P $A_1\ B_1$, P $A_1\ C_1$, P $B_1\ C_1$, tangenti alla sviluppabile fondamentale, formano un triangolo inscritto nella curva L i cui lati toccano (ciascuno una sol volta) quella sviluppabile.

Infine, le rette del sistema (p) passanti per i punti D, E, F sono corde bisecanti la curva doppia della superficie Φ.

50. Le precedenti ricerche (40, b; 47 e segg.) conducono ora a stabilire che il

numero totale dei punti comuni alla curve l ed l'_d è esprimibile con la somma: $\tau + 8\mu(\mu-1) + 4\delta_1 + 12\delta + 18\varepsilon + \delta_2$, per cui (44) si deve avere:

$$\tau + 8\mu(\mu-1) + 4\delta_1 + 12\delta + 18\varepsilon + \delta_2 = 8\mu^2(\mu-1)$$

E tenendo conto delle equazioni del n. 42, tale eguaglianza fornisce facilmente:

$$\delta_2 = 8\mu(\mu-1)(\mu-2) + 3\omega.$$

Ricordando qui il significato del simbolo δ_2 (49) si hanno i seguenti teoremi:

In una curva gobba d'ordine μ e di rango ω si possono inscrivere $\frac{8}{3}\mu(\mu-1)(\mu-2) + \omega$ triangoli circoscritti ad una medesima sviluppabile di terza classe e quarto ordine data ad arbitrio.

La curva doppia di una superficie Φ avente per linea tripla una curva d'ordine μ e di rango ω è dotata in generale di $8\mu(\mu-1)(\mu-2) + 3\omega$ punti tripli.

51. Finalmente suppongo che $A_1\,B_1\,C_1\,D_1$ (fig. 9) sia un quadrilatero circoscritto alla conica fondamentale ed inscritto nella curva l, tale però che il punto X, comune alle $A_1\,B_1$ e $C_1\,D_1$, ed il punto Y, comune alle $A_1\,D_1$ e $B_1\,C_1$, non cadono sulla curva l anzidetta [1].

In allora è manifesto che tanto X che Y sono punti doppî della curva l'_d; che inoltre, le generatrici della superficie Φ passanti per i punti A_1 e C_1 tagliano le generatrici della superficie stessa, passanti per i punti B_1 e D_1 determinando così quattro punti della curva doppia i quali sono rappresentati dai triangoli $A_1\,D_1\,X$, $B_1\,C_1\,X$, $A_1\,B_1\,Y$, $C_1\,D_1\,Y$.

Le generatrici ora considerate si appoggiano in quattro punti A, B, C, D, della linea tripla L ed il quadrilatero A B C D è in pari tempo inscritto in tale curva e circoscritto alla sviluppabile fondamentale.

Indicando con δ_3 il numero dei punti doppî della curva l'_d, generati come i punti X ed Y, se si pon mente che questa curva è dell'ordine $4\mu(\mu-1)$, (39); della classe $2\mu(2\mu+1) + \nu(4\mu-7)$, (43); ha $\delta_1 + 2(2\mu-4)\delta_1 + 3\delta + 12(\mu-2)\delta + 3\delta_2 + \delta_3$ punti doppî ordinarî; ha $3\varepsilon + 12(\mu-2)\varepsilon$ cuspidi ordinarie [2]; ha 3δ punti in ciascuno dei quali si toccano due rami di curva e 3ε punti in ciascuno dei quali due rami di curva hanno tra loro un contatto tripunto (41) [3]; applicando la prima formola di Plücker e tenendo conto delle equazioni già stabilite (42, 50) si trova per δ_3 il valore seguente:

$$\delta_3 = 8\mu(\mu-1)^2(\mu-2) + 3\mu(\mu-1) + 6\eta$$

Di qui si ha il teorema:

In una curva gobba d'ordine μ per la quale sia η il numero delle corde bisecanti che passano per un punto arbitrario dello

(1) Ciò esige che i vertici del quadrilatero non siano accoppiati nel senso del n. 39.

(2) Cfr. successivamente i n. 41, 45, 46, 47, 50, 48.

(3) Le due ultime singolarità, ora nominate, contribuiscono ad abbassare rispettivamente di quattro e di sei unità la classe della curva l'_d poichè la prima equivale a due e la seconda a tre punti doppî successivi.

spazio si possono inscrivere $4\mu(\mu-1)^2(\mu-2)+\frac{3}{2}\mu(\mu-1)+3\eta$ quadrilateri i quali siano circoscritti ad una data superficie di quarto ordine e terza classe.

52. Una curva piana l, d'ordine 2μ, nella quale siano inscritti infiniti triangoli circoscritti ad una medesima conica c, può sempre riguardarsi in infiniti modi come l'imagine di una curva L, di ordine μ, situata nello spazio, nell'ipotesi che si assumano come raggi proiettanti le rette bitangenti di una sviluppabile Σ di quarto ordine e terza classe. Infatti, se s'imagina costruita una tra le infinite superficie Σ che soddisfanno alla predetta condizione, la curva L si potrà determinare nel modo indicato al n. 39.

Le precedenti ricerche risolvono completamente il problema generale di questo modo di proiezione e stabiliscono le relazioni più notevoli che legano tra loro la curva L e la sua imagine l. Trattandosi di tale questione può interessare la conoscenza del genere della curva l. Ora, ritenendo le notazioni usate fin qui si trova facilmente (41 e 42) per esso la espressione $\frac{1}{2}(2\mu-1)(2\mu-2)-\frac{1}{2}\mu(\mu-1)-3(\delta+\eta+\varepsilon)=\frac{1}{2}(\mu-1)(3\mu-2)-3(\delta+\eta+\varepsilon)$, dalla quale apparisce evidente che le due imagini di una curva gobba e di una curva piana dello stesso ordine e dello stesso genere, sono pure curve dello stesso genere.

Al n. 29 è stata costruita direttamente una curva del quarto ordine nella quale sono inscritti infiniti triangoli circoscritti ad una conica. Quella curva, che è del genere 2, è la sola di quarto ordine che goda della proprietà ora indicata perchè non vi è alcuna curva dello spazio, all'infuori della conica, la quale possa avere per imagine una linea semplice di quarto ordine.

L'imagine di una cubica gobba L, data comunque, è una curva l di sesto ordine la quale è determinata da sei triangoli circoscritti alla conica fondamentale. Questi triangoli rappresentano sei punti della cubica L, mediante i quali essa può venire costruita. Tale costruzione si può fare applicando opportunamente il teorema di Pascal ai due coni di secondo ordine che da due punti della cubica proiettano la curva. Ora è facile trasportare questo processo geometrico nel piano rappresentativo e quindi ottenere la curva l col solo impiego di coniche. Questa curva è della diciottesima classe e del genere 4.

Vi hanno altre curve di sesto ordine che godono della proprietà di ammettere infiniti triangoli inscritti i quali sono circoscritti ad una medesima conica e queste si possono ottenere come imagini di cubiche piane. La loro costruzione diretta però non si può fare col solo impiego di coniche, come per la curva precedentemente considerata. Il genere di esse è 7 o 4 epperò si conclude che una curva piana del sesto ordine nella quale sono inscritti infiniti triangoli circoscritti ad una conica è del 4° e del 7° genere.

53. Ritornando all'imagine di una cubica gobba L, considero alcuni casi particolari di qualche interesse.

Suppongo, in primo luogo, che L sia la linea doppia (7) di una superficie Φ del quarto grado [1]. In allora la sua imagine componesi di due coniche l_1 ed l_d (33). Segue

[1] Qui, come sempre in questo lavoro, il simbolo Φ dinota una superficie gobba le generatrici della quale sono rette (del sistema (p)) bitangenti alla sviluppabile fondamentale Σ.

da ciò che per la curva L si può far passare un'altra superficie Φ' del 4° grado. Ciò avviene in generale, ma se nella conica l_1 è inscritto un quadrilatero in pari tempo circoscritto alla conica fondamentale (37) la conica l_d ha due punti doppî P e Q dove si tagliano le coppie di tali opposti AB, CD; BC, AD, epperò la conica consta di due rette sovrapposte nella retta PQ. Di qui si vede che in questa retta esistono infinite altre coppie di punti analoghi a P e Q e cioè nella conica l, sono inscritti infiniti quadrilateri circoscritti alla conica fondamentale.

In questo caso, la superficie Φ' è un'iperboloide (7).

I quattro punti A, B, C, D, considerati come fissi, individuano un fascio di coniche e queste infinite superficie Φ del quarto grado, le quali hanno evidentemente tutte le loro linee doppie sull'iperboloide Φ'. Fra le coniche del fascio vi è la coppia di rette AC e BD, le quali rette insieme a PQ costituiscono un triangolo coniugato rispetto alla conica fondamentale. Le AC e BD, invece di una superficie del quarto grado, propriamente detta, forniscono due iperboloidi i quali si tagliano secondo una generatrice (passante per il punto comune a quelle due rette) e secondo la cubica L. Dunque:

Se tre rette formano un triangolo coniugato rispetto alla conica fondamentale, i tre iperboloidi determinati dalle rette del sistema (p) guidate per i lati del triangolo, contengono una medesima cubica.

Tre iperboloidi formati in rette del sistema (p), e supposti qualunque, hanno per direttrici, nel piano della conica fondamentale, i lati di un triangolo nel quale sono inscritti due triangoli (36) circoscritti alla conica ora detta. Questi triangoli rappresentano due punti che giacciono sopra tutti tre gli iperboloidi considerati epperò:

Tre iperboloidi formati con rette bitangenti di una sviluppabile di quarto ordine e terza classe, passano per gli stessi due punti non situati sulle generatrici comuni.

Rappresentazione piana della superficie fondamentale Σ.

54. Nel piano rappresentativo π (15) si considerino due tangenti qualisivogliano della conica fondamentale c e siano R_1, R'_1 i loro punti di contatto, R_2 il loro punto comune. Se sopra le rette $R'_1\ R_2$, $R_1\ R_2$ si prendono rispettivamente i punti R_3 ed R'_3, infinitamente vicini ad R_2, i triangoli $R_1\ R_2\ R_3$, $R'_1\ R'_2\ R'_3$ rappresenteranno due punti R ed R', della sviluppabile fondamentale Σ (15) i quali giacciono sulle generatrici passanti per R_1 ed R'_1 e sulla retta del sistema (p) guidata per R_2.

Di qui, in sostanza, si vede che un punto dato in π individua in modo unico due punti della superficie fondamentale. Viceversa, dato un punto R, di questa superficie, esso ne determina un altro R', della superficie stessa (30) permodochè la retta RR' (del sistema (p)) individua un punto unico R_2 del piano rappresentativo.

Sotto un tale aspetto, la superficie fondamentale si può dunque rappresentare in un modo affatto particolare. Ad ogni punto del piano π ne corrispondono due generalmente distinti, sopra Σ, che chiamerò punti associati per la ragione sopra indicata.

Una generatrice qualunque di Σ, e la conica sezione col piano tangente lungo la generatrice stessa, sono rappresentate dà quella tangente della conica fondamentale che è la traccia sopra π, del piano tangente anzidetto.

Un punto della cubica s, spigolo di regresso di Σ, ed il punto della curva che gli è infinitamente vicino, sono associati ed hanno per imagine un punto della conica fondamentale. La retta del sistema (p) che unisce questi due punti associati è una generatrice di Σ.

55. Il problema di determinare sulla superficie Σ la curva corrispondente di una curva data comunque nel piano π, è stato studiato precedentemente trattandosi della superficie gobba Φ luogo delle rette del sistema (p) che si appoggiano alla curva data. La curva richiesta non è altro che la linea di contatto delle superficie Σ e Φ (8 e segg.). Essa gode della proprietà di contenere tutti i punti associati de' suoi punti e cioè di essere una curva associata di sè medesima.

Se ora sulla superficie Σ è data una curva algebrica L quale sarà la curva associata?

Sia μ, l'ordine di L; ξ il numero di punti nei quali questa curva incontra una generatrice qualunque di Σ; $\varkappa$ il numero dei punti di L che giacciono in una medesima conica inscritta in Σ. Indicando con μ', ξ', $\varkappa'$ le quantità analoghe a μ, ξ, $\varkappa$, che si riferiscono alla curva L$'$, associata di L., si hanno evidentemente le eguaglianze:

$$2\,\xi + \varkappa = \mu \qquad 2\,\xi' + \varkappa' = \mu'.$$

Nel piano rappresentativo π, sia g la generatrice di contatto con la superficie Σ. In allora, se per i ξ punti di L situati sopra g si guidano le tangenti della conica fondamentale c, e se nei $\varkappa$ punti di L situati in c si guidano del pari le tangenti di questa conica, si ottengono $\xi + \varkappa$ generatrici di quella superficie gobba Φ (8) la quale ha per linea di contatto con Σ l'insieme delle due curve L ed L$'$. Le prime ξ tangenti toccano c nei $\varkappa'$ punti di L$'$ e le seconde $\varkappa$ tangenti tagliano g nei ξ' punti pure di L$'$ per cui deve essere $\varkappa' = \xi$ e $\xi' = \varkappa$. Le eguaglianze soprascritte divengono adunque:

$$2\,\xi + \xi' = \mu \qquad 2\,\xi' + \xi = \mu'.$$

La superficie Φ ha ancora una curva l d'ordine $\xi + \varkappa = \xi + \xi'$, nel piano π (7) epperò essa è dell'ordine $2\,(\xi + \xi')$, [1]. La curva l è l'imagine delle curve L ed L$'$.

56. Nelle equazioni del n. precedente si supponga $\mu = 3$, ossia la curva L sia del terzo ordine. Poichè ξ non può essere zero ne ξ' negativo, così sarà $\xi = 1$. In allora $\xi' = 1$ e $\mu = 3$, cioè la curva L$'$, associata di L, è pure del terzo ordine.

Le curve del terz'ordine, della superficie Σ, sono piane e gobbe. Le prime sono a due a due associate e la imagine comune di una coppia di esse, nel piano π, è una conica bitangente alla conica fondamentale della cui costruzione si è parlato al n. 25. Qui è notevole che non solo l'una di queste curve di terzo ordine è il luogo dei punti associati dei punti dell'altra, ma ben anco il piano della prima corrisponde univocamente a quello della seconda con la stessa legge con cui si corrispondono i punti della superficie fondamentale Σ. Ciò d'altronde è stato anche notato altrove (30).

[1] Ciò che si disse del piano π si può naturalmente ripetere per ogni altro piano tangente della sviluppabile fondamentale.

La superficie Φ che tocca Σ lungo due curve piane associate, di terz'ordine, è del quarto grado (55).

Una cubica gobba, della superficie fondamentale, è una curva associata di sè medesima e per essa la superficie Φ, come è noto (4), è un iperboloide, il quale nelle attuali considerazioni si presenta come la sovrapposizione di due superficie di secondo grado.

57. Si supponga ora che la curva L sia del quinto ordine per cui $\mu = 5$. In tal caso, dalle formole del n. 55 si vede che per ξ sono possibili i due valori 1 e 2.

Se $\xi = 1$, $\xi' = 3$, $\mu = 7$ cioè la curva L′, associata di L, è del settimo ordine. Se per una cubica gobba k, della superficie Σ, si fa passare una superficie di secondo ordine, essa taglia Σ lungo la cubica anzidetta e lungo una curva L, di quinto ordine. Quest'ultima curva è appunto caratterizzata dai valori $\xi = 1$ e $\xi' = 3$. Infatti, ogni generatrice di Σ taglia la superficie di secondo ordine imaginata in due punti dei quali uno è sulla cubica k e l'altro sulla curva L. Ogni conica di Σ ha con la superficie segante di secondo ordine, quattro punti comuni, uno dei quali, come risulta dalle cose precedenti (56) è sopra k e gli altri tre giacciono in L. Perciò la curva L costruita in tal modo appartiene alla famiglia delle linee di quinto ordine di cui si tratta nel caso sopra considerato.

Nell'ipotesi fatta di $\mu = 5$, se si prende $\xi = 2$ si ha $\xi' = 1$ e $\mu = 4$, vale a dire la curva L′, associata di L, in questo caso è una sezione piana della superficie Σ. L'imagine l, delle curve L ed L′, è una curva di terzo ordine la quale venne studiata al n. 17 e segg. dove tale curva è designata col simbolo c_{23}.

Le linee piane di quarto ordine, della superficie Σ, sono in numero triplamente infinito, epperò vi è una tripla infinità di linee di quinto ordine, della superficie stessa, caratterizzate da $\xi = 2$, $\xi' = 1$. Una qualsivoglia di queste linee si può ottenere dall'intersezione di Σ con un iperboloide avente con Σ tre generatrici comuni ed è evidente che il piano dei tre punti A, B, C, di contatto di tali generatrici con la cubica s (spigolo di regresso di Σ) contiene la curva associata di quella di cui si tratta.

L'iperboloide segante taglia la cubica s in sei punti a due a due riuniti nei punti A, B, C, i quali sono punti d'inflessione per la curva L di quinto ordine perchè i piani tangenti dell'iperboloide in quei punti contengono le generatrici di Σ passanti per essi. Invece i punti A, B, C sono cuspidi per la curva L′ di quarto ordine.

58. Riprendo ora a considerare il caso generale nel quale L è una curva algebrica d'ordine μ tracciata sulla superficie Σ.

Questa curva incontrerà in un certo numero di punti la cubica s (57); indicando con P uno di questi punti, possono darsi tre casi differenti e cioè: In P la curva L tocca la cubica s e non vi ha un punto d'inflessione; in P la curva L tocca la cubica s ed ammette un punto d'inflessione; infine in P la curva L ammette una cuspide.

Nel primo caso è evidente che la curva L′, associata di L, tocca essa pure la cubica s in P (54) e la generatrice g di Σ, passante per tale punto, è una generatrice semplice comune a Σ ed alla superficie Φ (55). La retta g incontra la conica fondamentale in un punto comune a questa conica ed alla curva l, imagine di L ed L′.

Nel secondo caso, per il punto comune a g ed L, successivo ai due punti della stessa L riuniti in P, passa un'altra generatrice g_1, di Σ, la quale appartiene alla

superficie Φ permodochè la striscia infinitissima di piano compresa fra le rette g e g_1 è un elemento sviluppabile di Φ e P è il relativo punto cuspidale.

Nel terzo caso le due generatrici di Σ che si tagliano in P, sono le due rette del sistema (p) passanti per quel punto, nel quale debbonsi riguardare come sovrapposti due punti della curva L. Quelle generatrici coincidono adunque con le rette g e g_1 poc'anzi considerate, il che dimostra che il secondo ed il terzo caso si verificano simultaneamente nel senso che, se l'uno ha luogo per la curva L, l'altro ha luogo per la curva L', e viceversa. È poi evidente che la curva l, imagine di L ed L', tocca la conica fondamentale là dove essa è incontrata dalla retta g, (o g_1).

Indicando con α il numero di punti comuni alla curva l ed alla cubica s, analoghi a quelli di cui si tratta nel primo caso; con β il numero dei punti comuni ad L ed s analoghi a quelli di cui si tratta nel secondo e terzo caso, poichè la curva l è dell'ordine $\xi+\xi'$, (55) in virtù delle considerazioni precedenti si ha:

$$2(\xi+\xi')=\alpha+2\beta.$$

59. Sulle curve L ed L' vi sarà un certo numero γ di punti nei quali l'elemento di curva è diretto secondo la generatrice della superficie Σ. Se ciò avviene per la curva L in un punto A, nel punto associato A', di L', quest'ultima curva tocca la conica sezione di Σ col piano tangente di A', e la generatrice AA', della superficie Φ è un elemento sviluppabile di questa superficie medesima (9).

Le curve L ed L', fuori dalla cubica s, si taglieranno in un certo numero 2δ di punti i quali costituiranno evidentemente δ coppie di punti associati. Perciò la retta che unisce i punti di una di queste coppie è una generatrice doppia della superficie Φ.

Infine, la curva L potrà avere ancora δ_1 punti doppî ed ε cuspidi, che non cadono sulla cubica s, epperò la curva L' ammetterà altrettanti punti doppî e cuspidi nei punti associati di quelli e la superficie Φ avrà così altre δ_1 generatrici doppie ed ε generatrici di regresso.

Dopo ciò, ed avuto riguardo a quanto si disse al n. 58, si hanno le seguenti due equazioni che danno la classe ν della curva l:

$$\nu=(\xi+\xi')(\xi+\xi'-1)-2\delta-2\delta_1-3\varepsilon \qquad 2\beta+\gamma=2\nu$$

dalle quali si può trarre la relazione:

$$2\beta+\gamma+4\delta=2(\xi+\xi')(\xi+\xi'-1)-4\delta_1-6\varepsilon.$$

Proprietà polari delle rette del sistema (p) *e trasformazioni speciali che si possono effettuare sopra queste rette.*

60. Nel piano rappresentativo π (54), la conica fondamentale c individua un sistema polare per modo che un punto qualunque M, del piano, ha la sua retta corrispondente m e viceversa una retta qualunque m ha il suo punto corrispondente M. Sia p la retta del sistema (p) che passa per M e Φ l'iperboloide luogo delle rette del sistema anzidetto guidate per i punti di m, (4). Un piano tangente qualsivoglia della superficie fondamentale Σ, taglia p in un punto M' e l'iperboloide Φ secondo due rette delle quali una appartiene al sistema (p) e l'altra, m', è la polare di M'

rispetto alla conica c', di Σ, contenuta nel piano tangente considerato. Infatti la figura composta dal punto M, dalla retta m e dalla conica c è omografica alla figura composta dal punto M' dalla retta m' e dalla conica c' (7).

Per questa proprietà si può dire che Φ è l'iperboloide polare della retta p rispetto alla superficie Σ. Dunque, se nello spazio non si considerano che rette del sistema (p), ciascuna retta ha il suo iperboloide polare e viceversa ogni iperboloide ha la sua retta polare. Avuto poi riguardo a ciò che è detto al n. 53, si ha il teorema:

Tre iperboloidi coniugati, tali cioè che due di essi contengano la retta polare del terzo, si segano lungo una medesima cubica.

61. Segue pertanto da ciò che si può effettuare la trasformazione di una figura luogo di rette del sistema (p) in un'altra figura pure formata con rette di questo sistema, la quale si può chiamare la polare reciproca della prima rispetto alla superficie fondamentale, nel senso che un piano tangente di questa superficie taglia le due figure secondo due figure polari reciproche rispetto alla conica secondo la quale quel piano interseca Σ.

Questa trasformazione polare ne porta di conseguenza un'altra che si effettua contemporaneamente per le figure situate sulla superficie fondamentale. Infatti la retta p, sopra considerata (60), tocca Σ in due punti associati K, K' (54) ed il relativo iperboloide polare tocca Σ lungo una cubica gobba (4) la quale si può chiamare la cubica polare della coppia di punti anzidetti. Riflettendo che l'iperboloide polare della retta KK' ha in comune con Σ le due generatrici di contatto di questa superficie coi piani tangenti passanti per KK' e tenendo presente il teorema del n. 4 si trova che:

La cubica polare di una coppia KK', di punti associati, e lo spigolo di regresso della superficie Σ, sopra ogni generatrice di questa superficie dividono armonicamente i punti d'intersezione della generatrice stessa coi due piani tangenti di Σ passanti per la retta KK'.

Si vede poi facilmente che la cubica polare di un punto della cubica s, spigolo di regresso di Σ (dove sono riuniti due punti associati) componesi della tangente a quest'ultima curva nel punto dato e della conica secondo cui il piano osculatore nel punto istesso sega tutte le altre tangenti di s.

La cubica comune a tre iperboloidi coniugati (60) interseca la superficie Σ in dodici punti i quali sono evidentemente riuniti a due a due nei punti di contatto delle tre generatrici lungo le quali si tagliano a due a due quegli iperboloidi. Segue da ciò che:

Se tre cubiche gobbe della superficie fondamentale sono coniugate, tali cioè che la coppia di punti associati comune a due di esse abbia per cubica polare la terza, per le tre coppie di punti associati, determinati dalle loro intersezioni, passa una cubica gobba la quale in ciascuno di quei punti tocca la superficie fondamentale.

62. Dopo le precedenti considerazioni si vede facilmente come un sistema (p) di rette possa venire trasformato dietro le stesse leggi con le quali si trasformano le figure piane. Così ad es. se nel piano rappresentativo π si riferiscono i punti tra di

loro omograficamente, data una retta p, del piano (p), si potrà costruire un'altra retta p_1, di questo sistema, ponendo per condizione che i punti πp, e πp_1 siano corrispondenti nel piano π. In virtù del teorema del n. 3 si trova poi che:

Ogni piano tangente della superficie fondamentale sega le rette analoghe a p e le loro corrispondenti secondo due figure omografiche.

Alla superficie Σ, secondochè si consideri come facente parte della figura data o della sua trasformata in generale corrispondono due superficie differenti le quali sono gobbe del quarto grado (7) ([1]).

Si può tuttavia in infiniti modi determinare la trasformazione in guisa che la superficie Σ si trasformi in sè stessa ed a quest'uopo basta assumere tre delle sue generatrici come corrispondenti di altre tre.

Se A A' è una coppia di punti associati della superficie Σ, alla retta p, che li unisce, corrisponde una retta p_1 la quale determina due nuovi punti A_1, A'_1 pure associati di Σ. Segue da ciò che la trasformazione suaccennata delle rette del sistema (p) trae seco una trasformazione di una figura di Σ in un'altra figura di questa superficie. Nel caso generale alla cubica s, spigolo di regresso di Σ, corrisponde una curva di sesto ordine che è la linea di contatto della superficie Σ (8) con la corrispondente superficie di questo grado.

Ma se la superficie Σ corrisponde a sè stessa, tale avviene anche della cubica s ed in allora sopra questa curva esistono due serie proiettive di punti, determinate dalle generatrici corrispondenti di Σ.

63. Applicando la legge di dualità, ciò che si è detto per la trasformazione di un sistema (p) di rette bitangenti ad una superficie Σ di quarto ordine e terza classe, si può trasportare ad un sistema di rette bisecanti una cubica gobba. Per altro, se questa cubica, assunta come fondamentale, è lo spigolo di regresso s della superficie Σ' nel mentre si effettua una trasformazione delle rette del sistema (p) si ottiene unà trasformazione del sistema di rette bisecanti la cubica s. E infatti, se per una retta p si guidano i due piani tangenti di Σ, questi toccano s in due punti i quali forniscono una retta bisecante t, che corrisponde univocamente alla retta p. Sopra questa retta esistono due punti associati di Σ; la tangente di s, nei punti d'incontro con t, insieme alla stessa t, determinano due piani associati (56).

Una figura composta di rette del sistema (p) determina una figura composta di punti sulla superficie Σ (62); le rette bisecanti la cubica s, determinano una figura composta di piani passanti per le tangenti della cubica ora detta.

Linee inviluppo delle congiungenti i punti corrisp. di due curve omografiche piane.

64. Dopo avere studiato la superficie luogo delle rette congiungenti i punti corrispondenti di due curve omografiche date in due piani qualunque, viene naturale lo studio della curva che si ottiene come inviluppo delle congiungenti i punti corrispondenti di due curve omografiche situate in uno stesso piano.

([1]) Esse hanno per direttrici, nel piano π, le due coniche corrispondenti della conica comune a π' ed a Σ.

Indicando con π' e π'' due piani omografici sovrapposti, si rammenti (1) che: l'inviluppo delle coppie di rette corrispondenti, dei piani dati, le quali si tagliano sopra una retta data t, nel piano π' è una conica c' e nel piano π'' è una conica c'' corrispondente di c'. Queste due coniche toccano entrambe t e le rimanenti tangenti comuni p, q, r, sono le tre rette unite dei piani π' e π''. I punti P, Q, R nei quali si tagliano rispettivamente le coppie di rette qr, rp, pq, sono i punti uniti dei piani anzidetti.

Il teorema reciproco, di quello ora ricordato, è importante nella quistione attuale. Esso è:

Il luogo delle coppie di punti corrispondenti, di due piani omografici, allineati con un punto fisso T, si compone di due coniche corrispondenti le quali passano per T e per i punti uniti dei due piani.

Le tangenti alle due coniche, ora nominate, nel punto T, sono rette corrispondenti.

Segue da tuttociò che: due coniche corrispondenti le quali tocchino le rette p, q, r, ammettono una quarta tangente comune sulla quale si tagliano le tangenti corrispondenti delle coniche stesse.

E ancora che: due coniche corrispondenti qualunque, circoscritte al triangolo P Q R, si tagliano in un quarto punto col quale sono allineate le coppie di punti corrispondenti delle due curve.

65. Siano l' ed l'' due curve corrispondenti, dei piani π', π'', (64) dell'ordine μ e della classe ν. Le rette che congiungono i punti corrispondenti, delle curve stesse, inviluppano una curva Γ, della quale si possono costruire le tangenti uscenti da un punto dato T nel modo seguente.

Per T e per i punti P, Q, R, si facciano passare due coniche corrispondenti k' e k'' [1]. Essendo A', B', C', ... i 2μ punti comuni a k' ed l', la k'' taglierà l'' nei 2μ punti A'', B'', C'',...... corrispondenti di quelli; le rette A'A'', B'B'', C'C'',..... passeranno per T e saranno le tangenti richieste.

Di qui segue che la linea Γ, inviluppo delle congiungenti i punti corrispondenti delle curve l' ed l'' è dell'ordine 2μ.

E correlativamente, la linea luogo dei punti comuni alle tangenti corrispondenti delle due curve l' ed l'' è dell'ordine 2ν [2].

Nel seguito indicherò con Γ' quest'ultima curva.

66. La costruzione sopra indicata, relativamente alla curva Γ conduce immediatamente ad ottenere anche per punti tale curva.

Infatti, è evidente che se le coniche k' e k'', poc'anzi considerate (65) fossero tangenti l'una alla curva l' e l'altra alla curva l'', per il punto T passerebbero $2\mu-2$ tangenti distinte di T e due successive per cui T sarebbe un punto di Γ. Dunque:

Due coniche circoscritte al triangolo dei punti uniti di due piani omografici sovrapposti e tangenti a due curve corrispondenti, in punti corrispondenti, hanno un quarto comune il quale

[1] Di queste coniche, la k' contiene il punto corrispondente di T, riguardato come punto del piano π''; la k'' contiene il punto corrispondente di T riguardato come punto di π'.

[2] Cremona, *Introduzione ad una teoria* ecc. pag. 64.

appartiene alla linea inviluppo delle congiungenti i punti corrispondenti delle due curve.

E per legge di dualità:

Due coniche inscritte nel triangolo delle rette unite di due piani omografici sovrapposti e tangenti a due curve corrispondenti, in punti corrispondenti, hanno una quarta tangente comune la quale tocca la curva luogo dei punti comuni alle tangenti corrispondenti delle curve date ([1]).

67. Se A', A'' sono due punti corrispondenti qualisivogliano dei due piani π', π'', il fascio di coniche passanti per A', P, Q, R, ed il fascio delle coniche corrispondenti, passanti per A'', P, Q, R, in virtù di un teorema sopra enunciato (65), sono tali che il luogo del quarto punto comune a due coniche corrispondenti è una linea retta. Questa retta passa per A' ed A'' perchè alla conica determinata dai cinque punti A' A'' P Q R, considerata come appartenente al primo od al secondo fascio, corrispondono due coniche differenti passanti, l'una per A' e l'altra per A'' rispettivamente.

Viceversa, data una retta arbitraria s, siano A' ed A'' i punti corrispondenti che si trovano sopra di essa. Una tal retta individua due fasci corrispondenti di coniche, i cui punti base sono A', P, Q, R ed A'', P, Q, R, e due coniche corrispondenti di tali fasci hanno il loro quarto punto come sopra s.

68. Riprendendo ora a considerare la curva Γ, dedotta dalle curve l', l'' (65), dopo quanto s' è detto risulta che i punti comuni a quella curva ed alla retta s, precedentemente considerata, si possono ottenere come segue.

Per i punti A', P, Q, R, si facciano passare le coniche tangenti alla curva l'; ciascuna di tali coniche incontrerà la propria corrispondente in un punto della curva Γ (66) il quale giace in s. Perciò l'ordine di Γ è uguale al numero delle coniche di un fascio le quali toccano una curva data.

La ricerca dell'ordine di Γ è ridotta ad un'applicazione molto semplice del metodo delle caratteristiche di un sistema di coniche dovuto a Chasles ([2]). Per altro, un tale problema si potrà facilmente risolvere facendo notare un altro punto di vista sotto cui si può considerare la quistione attuale.

69. Suppongo per un istante che i due piani π', π'' (64) non siano sovrapposti ed indico con t la loro retta comune. Considero le traccie l' l''; m', m''; n', n'';...... dei piani λ, μ, ν...... e le traccie A', A''; B' B''; C', C'';...... delle rette a, b, c,...., dello spazio, sopra i piani π' e π'' rispettivamente ed ammetto che il piano π' rimanga fisso, mentre il piano π'' possa rotare intorno alla retta t.

In tale ipotesi, le rette $A'A''$, $B'B''$, $C'C''$...... ed i piani $l'l''$, $m'm''$, $n'n''$,..... variano intorno alle loro traccie sul piano π', dimodochè per ogni porzione determinata π''_i, del piano π'', lo spazio assume una figura determinata S_i. Le infinite figure S_i, che così si ottengono, hanno la proprietà che ad un punto, ad una retta, ad un piano, presi in una qualunque di esse, corrispondono rispettivamente un punto,

([1]) Questi teoremi e le costruzioni alle quali essi danno luogo, sono evidentemente applicabili a due curve omografiche situate in uno stesso piano e assolutamente qualunque.

([2]) V. la Memoria di H. G. Zeuthen, *Nouvelles Annales de Mathématiques*, deuxième série, tome cinquième.

una retta, un piano in ciascuna delle altre. Di più, le rette ed i piani corrispondenti si tagliano sopra un piano fisso, il piano π', epperò i punti corrispondenti sono allineati con un punto fisso. Il luogo di questo punto è la retta all'infinito di tutti i piani normali a t, poichè è evidente che ognuno di tali piani corrisponde sempre a sè medesimo. Le figure S_i sono dunque a due a due omografiche affini.

70. Sia K il punto nel quale la retta $A'A''$ è segata da un piano τ normale alla retta t. Il luogo della $A'A''$ è un cono col vertice nel punto A' ed avente per direttrice il cerchio che il punto A'' descrive intorno a t. Ma il piano di tale cerchio è parallelo al piano τ, epperò il luogo del punto K è un altro cerchio.

Questa proprietà si può enunciare dicendo che *nelle successive deformazioni dello spazio per effetto del movimento del piano π'', tutti i punti dello spazio medesimo percorrono cerchi.*

Per conseguenza, le corde di questi cerchi, le quali congiungono i punti corrispondenti delle due figure S_m ed S_n, sono tutte normali ad uno dei piani bissettori degli angoli adiacenti dei due piani π''_m, π''_n, il che determina completamente la direzione dell'affinità per quelle due figure.

Nel caso particolare in cui il piano π'' viene a coincidere con π', tutti i punti dello spazio si portano sopra quest'ultimo piano. In allora il sistema di tali punti non è altro che una proiezione parallela, sopra π', di ciascuna delle figure S_i la direzione dei raggi proiettanti essendo quella che corrisponde alla figura S_i che si considera. Il piano π''_i trovandosi ribaltato sopra π', ciascun punto del piano rappresentativo può riguardarsi come appartenente tanto a π' quanto a π''_i. Qualunque poi sia la posizione che assume il piano mobile rispetto a π', la retta congiungente i due punti dapprima coincidenti, dei due piani, è un raggio proiettante. Così una retta od una curva, tracciate nel piano rappresentativo, potranno dar luogo rispettivamente ad un piano o ad un cilindro proiettante.

71. Segue dalle cose precedenti che la curva Γ (65) può venire considerata come il contorno apparente, sul piano π', di quella superficie gobba Φ che si otterrebbe come luogo delle congiungenti i punti corrispondenti delle due curve omografiche l', l'', nel supposto che esse fossero situate in piani indifferenti (7).

Giacchè la retta t, sopra considerata (69) è affatto arbitraria, così è evidente che delle superficie Φ che godono della proprietà anzidetta, ne esiste una triplice infinità. Riguardando adunque la figura del piano π'', nel caso in cui esso coincide con π', come un ribaltamento della figura stessa sopra π', intorno ad una retta arbitraria t di quest'ultimo piano, si è autorizzati ad usare del metodo di rappresentazione indicato ai n. 69 e 70, per dedurre la curva Γ dalla superficie Φ.

Poichè le curve l', l'' sono dell'ordine μ e della classe ν (65) così il cono circoscritto a Φ, col vertice in un punto qualunque dello spazio, è dell'ordine $\nu+2\mu$ (13). Da ciò segue il teorema:

L'ordine della linea Γ inviluppo delle congiungenti i punti corrispondenti di due curve omografiche dell'ordine μ e della classe ν, situate in una stesso piano, è $\nu+2\mu$ [1].

[1] Il metodo che qui venne seguìto per ottenere l'ordine della curva Γ, si presta anche nel caso in cui le due curve l', l'' invece di essere particolarmente omografiche sono proiettive nel senso

E per legge di dualità:

La classe della curva Γ' luogo dei punti comuni alle tangenti corrispondenti di due curve omografiche, situate in uno stesso piano, dell'ordine μ e della classe ν, è $\mu + 2\nu$.

72. Sul piano π' s'imagini di ottenere la curva Γ quale contorno apparente della superficie Φ (71) determinata dalle curve omografiche l', l''. Indicando sempre con μ l'ordine e con ν la classe di queste due curve, poichè la sviluppabile circoscritta a Φ nei punti di l' è della classe $\nu + \mu$ (13), così vi saranno $\nu + \mu$ punti della stessa l' in ciascuno dei quali i piani tangenti di Φ sono proiettanti. Lo stesso discorso può tenersi rispetto alla curva l'', da cui segue immediatamente che:

a) La curva Γ inviluppo delle congiungenti i punti corrispondenti di due curve omografiche d'ordine μ e di classe ν, situate in uno stesso piano, tocca entrambe queste curve in $\mu + \nu$ punti.

Suppongasi che sulle curve l', l'' i punti corrispondenti A′, A″ siano tali che la retta A′ A″ sia la tangente di l'' in A″. In allora è evidente cha le due coniche circoscritte al triangolo PQR, dei punti uniti (64) e tangenti rispettivamente in A′ ed A″ alle curve l', l'', si tagliano in A″ cosicchè, in virtù di ciò che è detto al n. 66, questo è un punto di contatto di l'' con la curva Γ. Il punto A′, per l'ipotesi fatta più sopra, appartiene alla curva Γ' luogo dei punti comuni alle tangenti corrispondenti delle curve l' l''.

Ora, si considerino le coniche inscritte nel triangolo PQR e tangenti l'una in A′ e l'altra in A″ alle curve l' ed l'' rispettivamente. Queste due coniche hanno una quarta tangente comune la quale (66) passa per A′ e tocca ivi Γ'. Segue dunque che questa curva tocca l' in A′ e quindi:

b) Se due curve omografiche, situate in uno stesso piano, sono dell'ordine μ e della classe ν, i $\mu + \nu$ punti nei quali la linea inviluppo delle congiungenti i loro punti corrispondenti, tocca l'una di esse, sono i corrispondenti dei $\mu + \nu$ punti nei quali la curva luogo dei punti comuni alle tangenti corrispondenti, tocca l'altra delle curve date.

73. In quanto alle singolarità della curva Γ è facile vedere in qual modo esse hanno origine. In primo luogo è evidente che ciascuna delle rette unite p, q, r, dei piani omografici π' π'' (64), essendo la congiungente di μ coppie di punti corrispondenti delle curve l', l'', è una tangente di Γ multipla secondo il numero μ.

generale. Infatti in tal caso, indicando con μ, ν, δ, ε, l'ordine, la classe, il numero dei punti doppî e delle cuspidi della curva l'; con μ', ν', δ', ε' i numeri analoghi per la curva l'', la linea doppia della superficie Φ, luogo delle congiungenti i punti corrispondenti delle due curve l', l'' (supposte in piani differenti) è dell'ordine $\mu\mu' + \frac{1}{2}\mu'(\mu' - 3) + \delta + \varepsilon = + \mu\mu' + \frac{1}{2}\mu(\mu - 3) + \delta' + \varepsilon'$ (Cremona, *Preliminari ad una teoria geometrica delle superficie*, pag. 44). Da ciò si trae facilmente che la classe di una sezione piana di Φ, e quindi l'ordine del cono circoscritto a questa superficie, è $\nu + 2\mu' + \varepsilon$ oppure $\nu' + 2\mu + \varepsilon'$. Queste sono adunque due differenti espressioni dell'ordine della curva Γ nel caso qui considerato. Esse non comprendono il caso in cui le due curve l', l'' sono omografiche se non quando $\varepsilon = \varepsilon' = o$.

Siano A′ A″ due punti corrispondenti qualunque delle curve l' l'', situati sulla retta p. In allora le coniche circoscritte al triangolo PQR, dei punti uniti, e tangenti ad l' ed l'' in A′ ed A″ rispettivamente, constano la prima delle rette p e PA′ e la seconda delle due rette p e PA″. Sulle PA′ e PA″ si trovano altre coppie di punti corrispondenti delle curve date e la congiungente i punti di una di queste coppie taglierà p in uno dei punti di contatto di questa retta con Γ (66).

Siano B′ e B″ i punti di contatto con l' ed l'' di due tangenti corrispondenti, di queste curve, guidate per il punto P. Le coniche passanti per P, Q, R e tangenti rispettivamente in quei punti alle curve anzidette, si compongono l'una delle rette p e PB′ e l'altra delle rette p e PB″. Queste coniche determinano un punto della curva Γ il quale è situato sopra p (66) e la tangente in tal punto, a quella curva, rimane così determinata.

Le indicate costruzioni possono servire ad ottenere direttamente i μ punti di contatto, nonchè i ν punti di semplice intersezione di ciascuno dei lati del triangolo PQR con la curva Γ. Analoghe costruzioni si possono fare per la curva Γ'.

74. I δ punti doppî, delle curve l' ed l'', danno evidentemente origine ad altrettante tangenti doppie della curva Γ. Più in generale, la congiungente due punti corrispondenti di l', l'', multipli secondo il numero n, è una tangente $(n)^{pla}$ per la curva Γ. Questa curva non può avere altra tangente multipla che non sia generata come ora si è detto (all'infuori delle rette p, q, r (73)) perchè sopra una retta qualunque non possono trovarsi più di due punti corrispondenti dei piani omografici π', π'', cui appartengono le curve l' ed l'' rispettivamente. Così è evidente che gli ε punti di regresso di queste curve danno origine ad altrettante tangenti d'inflessione della curva Γ.

Il modo di generazione per punti, di tale curva, più sopra indicato (66), mostra all'evidenza che il numero dei punti doppî, della curva stessa, è eguale al numero delle coniche circoscritte al triangolo PQR e tangenti in due punti distinti alla curva l' (oppure l''); il numero delle cuspidi eguaglia il numero delle coniche circoscritte al triangolo PQR ed aventi un contatto tripunto con l' od l''.

Il metodo per la determinazione delle caratteristiche di un sistema di coniche, già citato al n. 68, può servire a trovare il numero dei punti doppî e delle cuspidi della curva Γ. Tuttavia, per raggiungere un tale intento, basta fare un'applicazione molto semplice delle formole di Plüker, giacchè della curva anzidetta si conoscono, l'ordine $\nu+2\mu$ (71), la classe 2μ (65) ed il numero ε delle tangenti d'inflessione.

75. Le precedenti conclusioni stanno nel caso generale nel quale le curve omografiche l', l'' non hanno una posizione particolare rispetto ai vertici ed ai lati del triangolo dei punti uniti P, Q, R. Suppongo ora che quelle curve passino per il vertice P di questo triangolo. La costruzione (65) delle tangenti della curva Γ uscenti da un punto qualunque, applicata in questo caso, mostra chiaramente come qualunque retta passante per P può ritenersi una tangente di Γ, per cui dalla serie delle tangenti di questa curva si stacca il fascio di centro P, ossia la classe della curva stessa diminuisce di una unità.

Le due rette PQ e QR non possono essere più che tangenti multiple secondo

il numero $\mu-1$ (73) della curva Γ e quindi vi sarà una tangente di essa, uscente da P e distinta da PQ e PR.

I punti di semplice intersezione di una delle rette anzidette con Γ sono ancora ν perchè (73) da R, o da Q, si possono ancora condurre ν coppie di tangenti corrispondenti alle curve l', l''. E giacchè sulla PQ (o sulla PR) vi sono ancora $\mu-1$ punti di contatto con Γ, così l'ordine di questa curva è $\nu+2(\mu-1)$.

È facile ora generalizzare questi risultati. Così, se le curve l' ed l'' passano per i due vertici P, Q, del triangolo PQR, le PR e QR sono tangenti multiple secondo il numero $\mu-2$ della curva Γ. Se l' ed l'' passano per tutti tre i vertici del triangolo PQR, tutti tre i lati di esso sono tangenti multiple secondo $\mu-2$ di Γ. Se l' ed l'' passano due volte per uno stesso vertice del triangolo anzidetto, i lati che concorrono in quel vertice sono tangenti multiple secondo il numero $\mu-2$ ed il terzo lato è una tangente multipla secondo il numero μ per la curva Γ.

Tuttociò porta a concludere che:

a) Se ciascuna delle curve l', l'' passa un numero totale x di volte per i punti P, Q, R, (senza distinzione) l'ordine della curva Γ è espresso da $\nu+2(\mu-x)$ e la sua classe da $2\mu-x$.

Il numero delle tangenti d'inflessione di Γ è sempre uguale ad ε (74).

Se un lato del triangolo PQR è una tangente semplice di ciascuna delle curve l', l'' è evidente che esso è una tangente multipla secondo il numero $\mu-2$ ed in pari tempo è una tangente d'inflessione della curva Γ. Perciò, in tal caso l'ordine di essa diminuisce di una unità; la sua classe rimane però sempre eguale a 2μ (65). Di qui, generalizzando, è facile vedere che:

b) Se le curve l', l'' toccano ciascuna i lati p, q, r, del triangolo sopraddetto in y punti (senza distinzione) l'ordine di Γ è $\nu+2\mu-y$, la sua classe 2μ, ed il numero de'suoi flessi, $\varepsilon+y$.

Mediante la legge di dualità, opportunamente applicata, dalle espressioni delle caratteristiche della curva Γ, nei casi particolari considerati, si possono immediatamente dedurre le caratteristiche della curva Γ'.

76. Se si suppone che le curve l', l'' siano due coniche corrispondenti qualunque, dei piani π', π'' (65), la linea Γ è del sesto ordine (71) e della quarta classe (65). Siccome il numero de'suoi flessi è zero (74) così si trova subito che essa ha quattro punti doppî, sei cuspidi e tre tangenti doppie (le rette p, q, r (73)). Essa tocca quattro volte ciascuna delle coniche l', l'' (72).

Questa curva è stata studiata da Schröter [1] ma con metodo differente da quello che venne seguìto in questo lavoro. La costruzione della curva per punti, dimostrata al n. 66, permette di ottenere direttamente i punti doppî della curva stessa, ogniqualvolta si conosca il triangolo PQR dei punti uniti dei piani omografici π', π'' nei quali le coniche l', l'' sono corrispondenti. Infatti, per raggiungere un tale scopo, basta descrivere le quattro coniche passanti per i vertici del triangolo ed aventi un doppio contatto con l'. Ciascuna di queste coniche ha con la propria corrispondente, un quarto punto comune il quale è uno dei punti doppî richiesti (74).

[1] V. il tomo 54 del Gior. di Crelle: *Ueber die Erzeugnisse krummer projektivischer Gebilde.*

Le quattro coniche, ora menzionate, si ottengono facilmente osservando che se A, B sono i punti comuni alla retta PQ ed alla conica l', la corda di contatto di una di quelle coniche, con l', passa per l'uno o per l'altro dei due punti X_r, Y_r che dividono armonicamente tanto PQ che AB [1]. Se chiamansi $X_p\,Y_p$, $X_q\,Y_q$ le due coppie di punti analoghi ad X_r, Y_r, che trovansi rispettivamente sui lati p e q, le quattro corde di contatto di cui si tratta sono le rette $X_r\,X_p\,Y_q$, $X_r\,X_q\,Y_p$, $Y_r\,Y_p\,Y_q$, $Y_r\,X_q\,Y_p$, le quali formano un quadrilatero avente per triangolo diagonale il triangolo pqr.

77. Qui tratterò un caso particolare di quello ora accennato e cioè supporrò che due coniche l', l'' siano inscritte nel triangolo pqr. In allora la curva Γ è di terzo ordine e quarta classe (75) per cui ammette un punto doppio e tre tangenti di inflessione le quali altro non sono che le rette p, q, r.

Se s'imagina rialzato il piano della conica l'' mediante una rotazione qualsivoglia intorno alla quarta tangente t, comune alle due coniche date, il luogo delle congiungenti i punti corrispondenti delle due curve è una superficie sviluppabile Σ del quarto ordine e della terza classe (2). La curva Γ non è altro che la imagine della cubica gobba, spigolo di regresso di Σ, ottenuta sul piano di l' mediante la proiezione parallela di cui si è parlato più sopra (69 e 70).

Ciascuna delle rette p, q, r, nel nuovo piano di l'', insieme alle loro posizioni primitive, individuano tre piani osculatori della cubica gobba, i quali sono proiettanti, per cui anche da ciò si vede che quando i due piani di l' ed l'' si sovrappongono, quelle rette divengono le tre tangenti di inflessione della curva Γ.

Vi è un modo molto semplice, oltre a quello indicato al n. 66, di descrivere quella curva per punti, fondandosi sopra un teorema dato al n. 4. Indico con g' ed h'', rispettivamente, la seconda tangente della conica l' uscente dal punto di contatto della retta t con l'', e la seconda tangente di l'' uscente dal punto di contatto di t con l'. Quelle due rette rappresentano le generatrici della superficie Σ, di cui è detto sopra, contenute nei piani delle coniche l' ed l'' (2). Due tangenti corrispondenti a' ed a'', di tali coniche, si segano sopra t e determinano un piano π osculatore dello spigolo di regresso di Σ, permodochè i loro punti di contatto A' ed A'' determinano la generatrice di Σ situata in quel piano.

Ora, siano G' ed H'', rispettivamente, i punti comuni a g' ed a' e ad h'', a''; la retta $G'H''$ taglia la $A'\,A''$ in un punto K, il quale, variando il piano π, descrive una cubica gobba della superficie Σ [2]. Il teorema sopra citato dice che il punto K', coniugato armonico di K, rispetto ai punti $A'\,A''$, appartiene allo spigolo di regresso di Σ. Perciò, se i piani delle coniche l', l'' coincidono in un piano solo, il luogo del punto K' non è altro che una proiezione parallela, nel senso dei n. 69 e 70, dello spigolo anzidetto sopra tale piano, cioè è la curva Γ richiesta.

78. L'indicata costruzione potrebbe servire ad ottenere anche i punti di inflessione di Γ. Però a tale scopo è preferibile la costruzione che venne data al n. 73, la quale insegna a determinare i punti di contatto di Γ con le tre rette p, q, r. In questo caso particolare si procederà come segue.

[1] Chasles, *Sections coniques*.

[2] Tale cubica è la linea di contatto di Σ con l'iperboloide generato dalla retta $G'H''$ che congiunge quelle coppie di punti di g' e h'', che sono situate nel piano variabile π (4).

Da P (vertice opposto al lato p nel triangolo pqr) si proiettino i punti U' ed U'' di contatto di p con le coniche l', l''. Le rette proiettanti incontreranno di nuovo, l'una la prima conica in un punto di U'_1 e l'altra la seconda conica in un altro punto U''_1. La congiungente questi due punti interseca p nel relativo punto di inflessione I_1 della curva Γ. Analoga costruzione vale per ottenere gli altri due.

Si osservi che le rette congiungenti i vertici del triangolo PQR coi punti di contatto della conica l', situati rispettivamente sui lati opposti, si tagliano in un punto O'. Così le congiungenti i vertici del triangolo PQR coi punti di contatto della conica l'', situati rispettivamente sui lati opposti, si tagliano in un punto O'', corrispondente di O' nel sistema omografico cui appartengono le due coniche.

Ora, le punteggiate PU', PU'' sono prospettive, cosicchè le tre rette $U'U''$, $O'O''$ $U'_1U''_1$, che uniscono coppie de'loro punti corrispondenti, concorrono in un medesimo punto, il quale, per la costruzione precedente, non è altro che il punto I_1.

Si vede da ciò che gli altri due punti d'inflessione I_2 ed I_3, della curva Γ, giacciono sulla retta $O'O''$, onde si verifica un noto teorema che riguarda i punti d'inflessione di una cubica piana.

79. Delle quattro coniche passanti per i vertici del triangolo PQR ed aventi un doppio contatto con la conica l' (76), nel caso attuale, tre consistono evidentemente nei lati stessi del triangolo, presi a due a due. Siccome però alla conica formata per es. dalle due rette p, q, corrisponde sè medesima, così essa non fornisce alcun punto doppio della curva Γ.

Siano X, Y, Z i punti di contatto di l' con le rette p, q, r. La quarta conica k' ha manifestamente per corda di contatto con l', la retta che passa per i coniugati armonici dei punti X, Y, Z, rispetto ai vertici del triangolo PQR. O altrimenti, le tangenti nei due punti di contatto delle due coniche k' ed l', concorrono nel punto S dove si tagliano le rette PX, QY, RZ.

Indico con X_1 il secondo punto comune a PX ed alla conica l' e con T il punto d'intersezione della stessa PX con la retta YZ, polare di P. I due gruppi $PTXX_1$, PSXT, essendo armonici, ne segue che per andare da P in S bisogna passare per X o per T e per andare da P in T bisogna passare per X o per X_1, percui per andare da P in S bisogna passare per X o per X_1.

Ora, se P è esterno alla conica l', e cioè se i punti Q ed R sono reali, S è interno e quindi sono imaginarie le tangenti alla conica stessa uscenti da quel punto. In tal caso adunque la conica richiesta k' tocca l' in due punti imaginarî. Essa poi incontra la sua corrispondente, nel sistema omografico, nel punto doppio della curva Γ, il quale, non avendo origine da tangenti reali della conica l', non esiste sopra rami reali di Γ vale a dire è un punto coniugato di questa curva.

Viceversa, se il punto P è interno alla conica l', il punto S è esterno ad essa e le due tangenti di tale curva, uscenti dallo stesso punto S, determinano sopra l' due punti di contatto reali. Perciò il punto doppio di Γ, in questo caso, è un punto doppio ordinario.

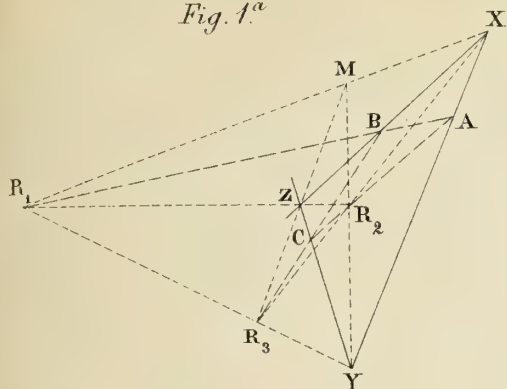
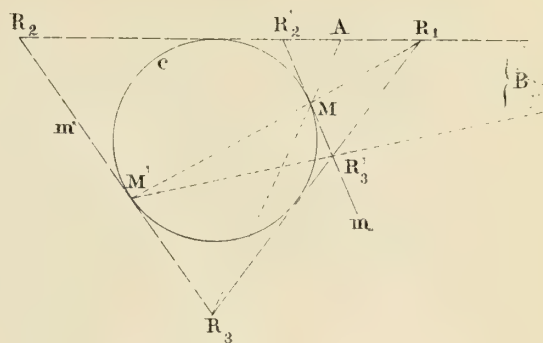
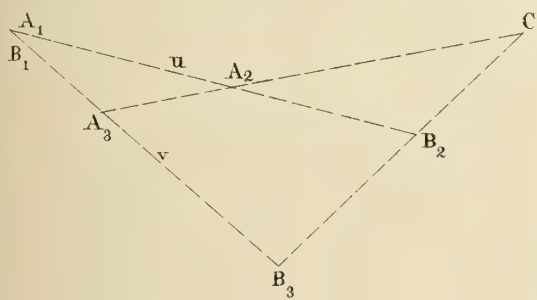
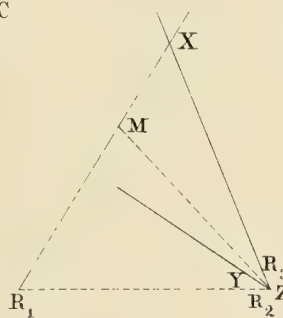
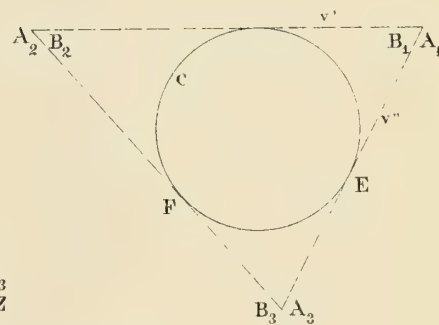
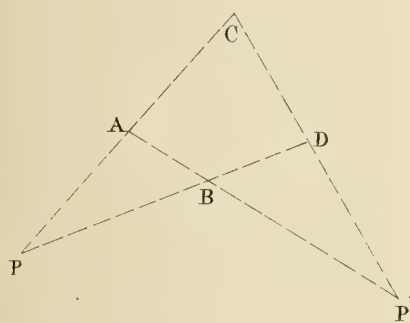
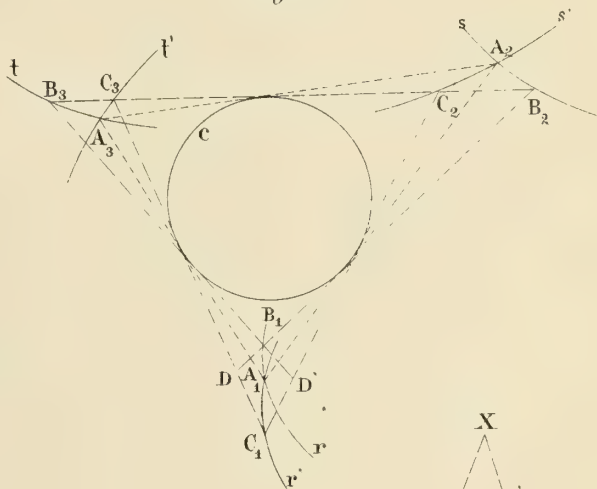
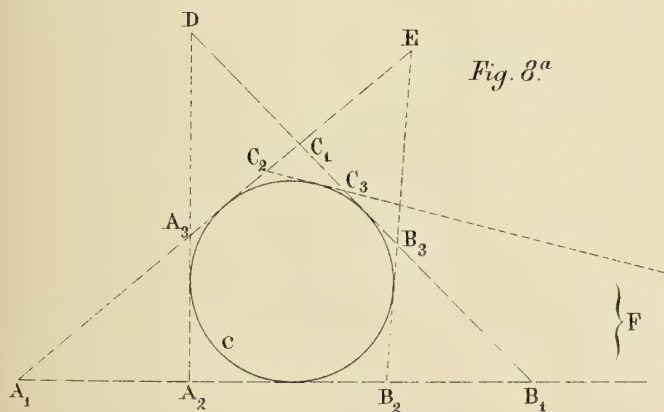
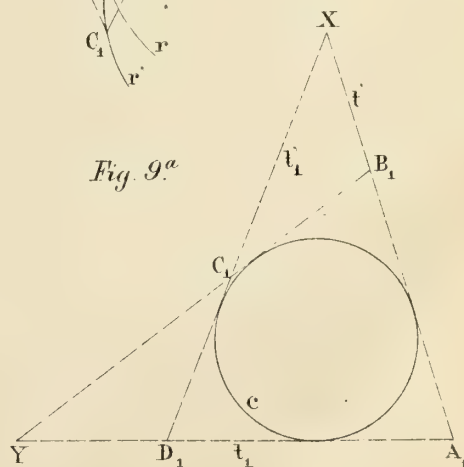



Fig. 1.ª
Fig. 3.ª
Fig. 6.ª
Fig. 2.ª
Fig. 5.ª
Fig. 4.ª
Fig. 7.ª
Fig. 8.ª
Fig. 9.ª

La condizione fisica della Coscienza.

Memoria del dott. ALESSANDRO HERZEN
prof. incaricato del corso di Fisiologia all'Istituto di Studî Superiori di Firenze,

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 5 gennaio 1879.

I. Il Problema.

Nell'infinita serie di mutamenti, nell'eterno divenire dell'universo, il numeno rimane ignoto ed inaccessibile all'intelletto umano; il solo fenomeno ci si rivela per le modificazioni che induce nel nostro essere; noi dividiamo in due grandi classi le maniere onde ne siamo impressionati, e teniamo quelle classi ben distinte l'una dall'altra; diciamo materiali le manifestazioni dell'una e dinamiche quelle dell'altra; a ciascuna ascriviamo un'essenza diversa, e dimentichiamo poi che tale divisione fra la materia e la forza è un artifizio ed una illusione della nostra mente, che queste parole sono semplici segni fonetici, che esse indicano solo due astrazioni mentali, che esse non corrispondono ad alcuna realtà obbiettiva, e che, in natura, materia e forza sono una cosa sola, nè si possono scindere se non verbalmente.

Gli esseri viventi non fanno eccezione; non vi sono in essi due essenze o due sostanze di natura diversa od opposta, combinate in modo misterioso ed inesplicabile; la fisiologia è l'anatomia in attività, l'organismo è la vita statica come la vita è l'organismo dinamico.

Nè fanno eccezione i fenomeni psichici: il cervello è il pensiero statico, come il pensiero è il cervello dinamico. E se questo modo di vedere incontra una certa difficoltà, ciò è dovuto alla circostanza che, in questo caso, noi stessi siamo nel medesimo tempo numeno e fenomeno, oggetto e soggetto, ed abbiamo quindi dei fatti cerebro-psichici, oltre l'aspetto obbiettivo, ancora quello subbiettivo, — un sentimento di aseità, che non possiamo avere rispetto ad alcun altro ordine di fatti; sempre proni a sostanzializzare e ad obbiettivare le nostre astrazioni, abbiamo fatto dello spirito un ente indipendente dal suo substrato materiale, e ci siamo, al solito, scordati che quel segno fonetico indica solo l'insieme delle svariate manifestazioni funzionali dinamiche dei nostri centri nervosi. Ma l'osservazione e l'esperimento c'impongono la conclusione che i fenomeni psichici, considerati obbiettivamente, altro non sono che una forma sui generis di moto molecolare in grembo alla sostanza grigia dei centri nervosi, e che tali vibrazioni, espresse in termini subbiettivi, sono (quando ne siamo consapevoli) i così detti stati di coscienza (sensazioni), ossia, nelle loro forme complesse, sentimenti, pensieri, volizioni.

Se dunque vi è sempre e da per tutto un' assoluta correlazione fra questi due aspetti del nostro essere, anzichè ascrivere ciò alla fantastica armonia prestabilita, escogitata da Leibnitz, in virtù della quale due essenze diverse opererebbero onninamente di conserva, dobbiamo riconoscere per causa della correlazione medesima la unità essenziale del loro substrato; essi difatti appariscono insieme, si sviluppano insieme, variano insieme e periscono insieme — appunto perchè sono i due aspetti di una sola essenza, della quale noi siamo effimere manifestazioni.

Fra i moderni cultori della fisiologia e della psicologia positiva vi è comune accordo sui principî fondamentali or ora accennati: — tutti repudiano egualmente l'antico spiritualismo e l'antico materialismo, ai quali non rimangono che pochi aderenti; tutti si pronunziano contro il tradizionale dualismo in favore del monismo, che luminosamente scaturisce dalle più profonde indagini delle scienze biologiche. Ma l'accordo si dilegua e cede il posto ad una flagrante discordia ogni qualvolta si tratta di stabilire la parte che la coscienza prende nell' attività psichica e nei singoli atti che la compongono (1). Una fiera lotta si combatte fra due schiere d'insigni scienziati, gli uni e gli altri franchi seguaci del monismo, ma opposti nel considerare la coscienza gli uni come attributo costante, necessario, essenziale di ogni mutamento nervoso centrale — ossia di ogni atto psichico, e gli altri come un attributo contingente, come un fenomeno concomitante frequente, ma del tutto secondario. Teatro della lotta è l'Inghilterra, duci G. H. Lewes e H. Maudsley.

Maudsley, nella sua opera intitolata *Fisiologia dello Spirito*, torna più volte, trattando dei varî centri nervosi, sulla questione della coscienza. Egli nega assolutamente qualsiasi coscienza al midollo spinale, ed ascrive quindi le reazioni sorprendenti, gli atti riflessi coordinati, che si ottengono dal midollo di ranocchie decapitate, ad un meccanismo inconsapevole, incaricato della trasmissione dell'eccitamento per vie nervose preformate, innate od acquisite. Passando ai centri sensorio-motori, situati al disopra del midollo allungato ed al disotto del corpo calloso, egli cerca ogni via per negare ad essi pure ogni consapevolezza, attribuendo la maggior complessità degli atti compiuti da animali privati solo degli emisferi cerebrali, alla maggior complessità di impressioni che li colpiscono, dovute ai sensi speciali; come il cieco meccanismo del midollo spinale risponde con reazioni uniformi, o poco variate, alle monotone impressioni che riceve, così i centri sensorio-motori rispondono inconsapevolmente, non più con reazioni isolate, ma con gruppi o serie di movimenti coordinati ai gruppi od alle serie di impressioni esterne; anche qui il vero agente, ed il solo, è il meccanismo organizzato; lo stimolo percorre anche qui, come là, vie nervose prestabilite, acquisite dall'individuo o dalla razza, cioè formate dopo la nascita o ricevute per eredità. Però nell' affermare ciò, Maudsley è meno reciso e più cauto che non parlando del midollo spinale; egli stesso riconosce che in questo caso non si può dire con sicurezza assoluta che gli atti sensorio-motori sieno sempre del tutto inconsapevoli e termina dicendo che « lascia la questione aperta ».

(1) Intendo parlare della coscienza generale, od impersonale, vale a dire del semplice fatto di sentire qualsiasi cosa, e non della coscienza individuale, o sentimento della propria personale unità, della quale parlerò in seguito.

Venendo finalmente a trattare della coscienza nei centri corticali delle circonvoluzioni del cervello — sedi dell'intelligenza e della volontà, — egli di certo non può mettere in dubbio l'esistenza della coscienza, come accompagnamento per lo meno solito e frequentissimo della loro attività, ma egli ammette ciò con una certa ripugnanza, quasi gli dispiacesse di non poter negare la coscienza anche qui, e quasi non le concedesse che a malincuore una qualche partecipazione all'attività intellettuale.

« Dobbiamo, dice egli, fortemente premunirci contro l' errore di considerare la coscienza come equivalente coll'intelletto o identica ad esso. Quando tutta l'energia di un'idea si scarica immediatamente all'esterno, dando luogo ad una reazione ideomotrice, noi non ne siamo consapevoli; onde renderci coscienti di un'idea, occorre non solo che essa abbia una certa intensità, ma altresì che non venga tutta quanta rimandata agli organi del moto. Un'idea che scompare dalla coscienza, non cessa perciò di esistere; essa può continuare ad agire allo stato latente, e per così dire, sotto l'orizzonte della coscienza, mentre le correnti molecolari che la costituiscono, si rallentano a poco a poco, prima di fermarsi del tutto; essa può in questo stato subcosciente produrre ancora effetti motori, oppure influire sopra altre idee; se vediamo sorgere inconsapevolmente effetti che per lo innanzi seguirono idee avvertite dalla coscienza, abbiamo il diritto di supporre l'identità della causa produttrice in ambo i casi; tanto più che, spesso, quando la nostra attenzione si distoglie da altri oggetti che la tenevano occupata, ci avvediamo ad un tratto di quello che inconsapevolmente facevamo e così prendiamo l'idea incosciente sul fatto. La coscienza sembra dunque richiedere come prima condizione un certo grado di persistenza e d'intensità della corrente che percorre il circuito d'ideazione. Ne risulta che quando la meditazione procede regolarmente e rapidamente, ed il concatenamento delle idee succede senza interruzione, non abbiamo coscienza di ciascuna di esse presa isolatamente; le une richiamano le altre senza imporsi individualmente alla coscienza del pensatore, di modo che il risultato cui esso giunge, può sembrare inaspettato o casuale, e che spesso è assai difficile, anzi impossibile, rammentarsi una ad una le singole idee per la trafila delle quali l'intelletto è passato. Quanti pensieri, nati non sappiamo come, non si affacciano, nel corso di un sol giorno, alla nostra coscienza! La prima corrente d'ideazione sembra in questo caso svegliarne immediatamente un'altra, e spandersi per gl'intrecciati meandri della corteccia cerebrale, trasformandosi sempre con tanta rapidità, da non lasciare traccie persistenti delle proprie fasi intermedie ».

Apparisce chiaro come Maudsley, anche trattando dei centri cerebrali superiori, è intento a far notare la possibilità del loro operare *inconsapevole*; ma si tratta di sapere *quando* e *perchè*, o piuttosto in quali circostanze la funzione centrale è *cosciente*? A tale domanda egli dà una risposta inesatta, o per lo meno insufficiente: « *quando l'attività ha un certo grado di persistenza e d'intensità* ». Ma, domando io, cosa può essere più persistente insieme e più intenso del tremendo rumore che lo stesso autore suppone prodotto dai corpi celesti nella loro vertiginosa corsa attraverso lo spazio infinito (1), eppure noi non abbiamo nessuna coscienza di quella « musica delle sfere »; viceversa, cosa può essere meno intenso del rumore

(1) In una nota a pag. 17 della mia traduzione francese dell'opera citata, e dell'originale.

delle ale di zanzara, o meno persistente di una scintilla elettrica, — eppure noi abbiamo una chiara coscienza dell'una e dell'altra. Non si deve d'altronde perdere di vista che in molti esempî che si citano a questo proposito, si parla d'influenze che non sono atte ad eccitare l'attività dei nervi afferenti. Trattandosi di impressioni esterne, la coscienza, evidentemente, non può avvertire che i mutamenti arrecati dai nervi periferici; quindi, se questi non sono ancora eccitati o non lo sono più (per essere esauriti, per esempio) la coscienza non percepisce nulla. Così Maudsley adduce come argomento destinato ad indicare che — « persistere nello stesso stato di coscienza vuol dire esser incoscienti » — il fatto che noi non sentiamo la pressione costante dell'atmosfera sulla superficie del nostro corpo; ma come potremmo noi sentirla, essendo i nostri nervi organizzati in modo che quella pressione non li eccita? Noi non la sentiamo per la stessa ragione per la quale un cieco non può vedere i colori od un sordo udire i suoni [1]. A parer mio, egli è in grembo all'attività intellettuale stessa che si devono cercare gli esempî; ed essa ci offre ad ogni momento un' ampia raccolta di fatti empirici che dimostrano la trasformazione di moltissimi atti psichici coscienti in atti automatici inconscienti, indipendentemente dalla loro intensità e dalla loro persistenza. Voglio citare in proposito, per amore di brevità, le seguenti parole di Herbert Spencer:

« Quando dei cambiamenti, dapprima incoerenti e volontarî si ripetono spesse volte, essi diventano coerenti ed involontarî. Una serie di cambiamenti psichici che era corredata di memoria, di ragione e di sentimento, cessa, come abbiam visto, di essere cosciente, razionale ed emozionale non appena essa, in seguito a frequenti ripetizioni, si è solidamente organizzata; nel tempo stesso essa perde il suo carattere volontario. Memoria, ragione, sentimento e volontà spariscono simultaneamente, a misura che la riproduzione abituale della medesima serie di cambiamenti psichici li rende automatici [2]. Così vediamo che, mentre il bambino, che impara a camminare, vuole ogni movimento prima di farlo, l'uomo adulto, camminando, non pensa alle proprie gambe, bensì allo scopo della sua gita; nei passi che egli successivamente eseguisce non vi è più volontà (e coscienza) che nei successivi movimenti respiratorî del suo torace; così pure, ciascuna di quelle imitazioni di suoni che il fanciullo e l'uomo adulto eseguiscono mentre il primo impara la sua lingua materna ed il secondo una lingua straniera, sono volontarie (cioè anticipatamente coscie); ma dopo qualche anno di pratica, la conversazione corre veloce senza che gli aggiustamenti muscolari

[1] L'occhio e l'orecchio sono organi speciali differenziati nel corso dell'evoluzione degli esseri viventi, ai quali essi devono la possibilità del discernimento diagnostico delle relative sensazioni specifiche; rispetto alla pressione dell'atmosfera non esiste organo discriminativo; gli animali superiori stanno ad essa come gl'inferiori, privi di sensi speciali, stanno alla luce ed ai suoni, il che non impedisce però che gli ultimi sieno impressionati in un modo indefinito da queste influenze, come i primi lo sono da quella della pressione; chi non conosce l'effetto dello stato barometrico dell'atmosfera sulle funzioni del sistema nervoso, dalla semplice eccitabilità fino alle più complesse manifestazioni della vita sentimentale e intellettuale?

[2] Sulla memoria farei le mie riserve: qui si tratta del ricordo conscio; ma l'attività automatica è anzi il nec plus ultra della perfezione della memoria: è la memoria definitivamente organizzata in azione, come apparirà chiaramente dal seguito.

implicati sieno avvertiti; i movimenti dell'apparecchio vocale rispondono automaticamente all'andamento delle idee. Lo stesso dicasi dello scrivere e di altri atti abituali: le varie coordinazioni che al principio furono eseguite deliberatamente e volontariamente, diventano sì coerenti ed hanno luogo sì rapidamente che non occupano più nella coscienza un tempo apprezzabile, e si compiono sotto l'impulso di uno stimolo adattato, interno od esterno, inavvertitamente, involontariamente » ..... Egli è così che « in seguito a costante ripetizione, certi fenomeni psichici passano più o meno dallo stato volontario allo stato automatico » [1].

Malgrado l'evidenza di questi fatti, comprovati dall'esperienza quotidiana di ciascuno, Lewes non ne vuol sapere. Nella sua rimarchevole opera *Physical Basis of Mind* [2] egli cerca di dimostrare, che mentre i nervi hanno per loro speciale proprietà la nevrilità, i centri nervosi hanno invece la proprietà speciale che egli chiama sensibilità. Ben s'intende che, lungi dal voler indicare con queste parole delle immaginarie entità metafisiche, egli propone soltanto un nome destinato ad esprimere brevemente l'attività propria del tessuto nervoso, onde evitare la continua ripetizione della frase « lo speciale movimento molecolare destato dagl' impulsi esterni nelle fibre e nelle cellule nervose ». Perciò egli vorrebbe dare alle due parole proposte un senso del tutto obbiettivo; ma se la cosa è facile e gli riesce per la nevrilità, è assai malagevole e non mi sembra che gli sia riescita per la sensibilità. Una sensibilità obbiettiva è troppo evidentemente un assurdo, giacchè la sensibilità altro non è, nè può essere, che appunto la subbiettività o l'aspetto subbiettivo del mutamento centrale. E difatti malgrado gli sforzi dell'illustre autore per non implicare nella parola « sensibilità » la sensazione o il sentimento (in una parola, la coscienza), il lato subbiettivo invade malgrado suo l'uso che egli ne fa, e lo trascina ad ascrivere memoria, discernimento, ragione e volontà ad ogni centro attivo, e perfino al midollo spinale di ranocchie decapitate; i moti riflessi che risultano in questo caso da stimoli periferici, egli considera come ragionevoli e volontarî, — dunque sentiti o consapevoli nel senso subbiettivo, ed in modo definito. A pag. 378 del suo volume egli cita una parte del passo di Spencer dianzi riportato, e lo critica acerbamente. Dopo aver riconosciuto che si chiamano automatici quei cambiamenti psichici soltanto i quali hanno perso le qualità speciali che li rendevano consci, razionali ed emozionali, egli confuta l'asserzione (imputabile ad altri ma non allo Spencer) secondo la quale, in seguito a frequenti ripetizioni, gli atti psichici diventano fisici, e sostiene che pur diventando inconsci essi nondimeno « continuano ad essere psichici e così si distinguono dagli atti fisici ». Certamente, se si vuol seguire l'esempio della scuola spiritualistica e concedere il grado di psichici solo agli atti consci, si commette il grave errore di spogliare della loro psichicità i mutamenti centrali inconsci; ma ciò non fanno coloro che chiamano automatici gli atti psichici inconsapevoli; per essi non esiste alcuna distinzione essenziale fra gli atti consci e gl'inconsci: anzi, per essi non esiste distinzione essenziale fra gli atti così detti psichici e gli atti così

[1] Principles of Psychology, V. I p. 541, della trad. francese di Ribot ed Espinas, p, 499 dell'originale inglese.

[2] Terzo volume del seguito di saggi riuniti sotto il titolo complessivo di *Problems of Life and Mind*, N. Trübner. Londra, 1877.

detti fisici: e difatti, in che cosa differiscono i mutamenti consci dai mutamenti fisici? Sono essi forse altro che una speciale forma di mutamenti dinamo-materiali, aventi un aspetto subbiettivo per ciascuno di noi solo perchè accadono in lui? E che è mai la coscienza se non l'aspetto subbiettivo di certi cambiamenti cerebro-psichici, il lato obbiettivo dei quali è puramente fisico? Lo stesso Lewes afferma a pag. 403, che possiamo indifferentemente dire che la sensazione è un processo nervoso od un processo mentale, un moto molecolare od uno stato di coscienza, perchè essa è l'uno e l'altro nello stesso tempo, e perchè si tratta delle due facce di una sola realtà ». Ma se è così, non vi può essere differenza essenziale di sorta fra i mutamenti psichici e i mutamenti fisici; e, parlando di una tale differenza, ci si avvicina al dualismo che scinde l'essere in due essenze, delle quali non è possibile spiegarsi l'unione; così facendo, tutt'altro che costruire un ponte fra il vieto spiritualismo e l'obsoleto materialismo, si scava fra di essi, aiutando i nemici del progresso scientifico, un abisso nel quale precipita l'unità dell'essere.

Egli è veramente strano il vedere questi due potenti ingegni, Lewes e Maudsley, ambedue strenui campioni del monismo, adottare rispetto alla coscienza due opinioni estreme, ed avvicinarsi ambedue per vie diverse all'accennato abisso, che pur l'uno e l'altro lavorano a colmare. Mentre Lewes si sforza di dimostrare l'onnipresenza della coscienza, non solo negli atti intelligenti, ma in ogni atto nervoso, senza escludere il riflesso spinale il più diretto ed il più automatico, Maudsley si sforza di provare l'onniassenza della coscienza, non solo in ogni atto nervoso d'ordine inferiore, cioè spinale od anche sensorio-motore, ma eziandio nel più indiretto e meno automatico riflesso corticale, — vale a dire nella stessa attività intelligente. Fino dalla pag. 26 della sua bella opera egli avverte il lettore che l'intelletto e la coscienza sono due cose ben distinte, che il primo può fare a meno della seconda, che « un uomo non sarebbe una peggior macchina intellettuale senza la coscienza che con essa», che « l'agente proseguirebbe la sua attività malgrado l'assenza del testimone». Sarebbero forse l'agente e il testimone due persone indipendenti l'una dall'altra? E la coscienza che cos'è se l'attività psichica può continuare egualmente bene ad onta della sua assenza? Siamo di nuovo all'orlo dell'abisso, — giacchè una coscienza che appare ogni tanto, arbitrariamente, ossia casualmente, anzichè necessariamente, si stacca dal suo substrato nervoso, lo abbandona al materialismo, e spicca il salto per gettarsi nelle braccia dello spiritualismo. E come rimane l'unità dell'essere?

Mi pare chiaro che se da una parte il riflesso spinale più elementare è un atto psichico consapevole, e non un atto fisico, e se d'altra parte la riflessione più elevata è un atto fisico di cui la coscienza è solo un fenomeno concomitante, frequente ma non necessario, sì che l'atto stesso può compiersi egualmente bene in assenza di lei, — mi sembra chiaro, dico, che il nesso evolutivo è perso da ambo le parti, e che s'introduce senza transizione, bruscamente, per il midollo spinale, o per la corteccia cerebrale, un elemento nuovo, del tutto diverso, del quale riesce egualmente difficile capire la presenza continua nell'un caso e la presenza casuale nell'altro.

Com'è che nasce tanta divergenza di vedute fra Lewes e Maudsley? Com'è che

ambedue, combattendo con egual vigore il dualismo, giungono a resultati che gli avversarî del monismo possono rivolgere, ed hanno già rivolto, a pro delle loro dottrine, contro le conclusioni della scienza induttiva? A parer mio, ciò deriva dall'avere ciascuno di essi oltremodo esagerato quanto vi è di vero nel suo modo di vedere; per cui, ciascuno, dopo essersi avvicinato alla verità, dopo averla sfiorata, non è riuscito ad afferrarla e se n'è di nuovo scostato; e parmi che la vera verità stia nella sintesi delle due opinioni sopra esposte; tenterò quindi di dare a tale sintesi un'espressione chiara e concisa, nella lusinga di trovare la formola del vero stato delle cose.

II. La legge fisica della coscienza.

Un atto psichico (considerato obbiettivamente) è il moto molecolare *sui generis*, che una impressione esterna recata dai nervi afferenti, od una sensazione riflessa prodotta subbiettivamente, inducono negli elementi nervosi centrali; esso non è ancora psichico fin tanto che le vibrazioni non hanno invaso una cellula centrale, e non lo è più dal momento che le vibrazioni cessano od abbandonano la cellula centrale per comunicarsi ai nervi efferenti, ed essere scaricate sotto forma di moto muscolare ([1]).

Considerando il fenomeno dal punto di vista materiale, diciamo che il lavoro degli elementi centrali è necessariamente legato ad una decomposizione della loro sostanza, seguìta immediatamente dalla sua ricomposizione secondo una modalità condizionata da quella della decomposizione precedente. Invece, considerando il medesimo fenomeno dal punto di vista dinamico, diciamo che il lavoro degli elementi centrali è necessariamente legato alla trasformazione delle forze latenti, che essi racchiudono e rappresentano, in forze vive, seguìta immediatamente dal processo inverso di immagazzinamento di energie latenti, il quale ha luogo secondo una modalità condizionata da quella dello sviluppo di energie che lo ha preceduto.

Per abbracciare in seguito il lato materiale ed il lato dinamico del fenomeno nervo-psichico in una sola espressione, mi servirò d'ora innanzi delle parole integrazione e disintegrazione. La mia premessa, che qui debbo considerare come dimostrata prenderà quindi la forma seguente:

([1]) Mantengo per ora il «*pregiudizio della cellula nervosa*» come lo chiama Lewes, che vorrebbe vederla detronizzata per assegnare ai processi centrali la via tortuosa del reticolo della nevroglia; sarà verissimo che il numero delle cellule è meno considerevole di quello che si è creduto, benchè Meinert ne conta 600 milioni nella corteccia grigia delle circonvoluzioni cerebrali; sarà verissimo ancora che in molti casi non si riesce a rintracciare la comunicazione diretta dei cilindrassi delle fibre nervose coi prolungamenti delle cellule multipolari; sarà verissimo infine che spesso si vede le fibre e i prolungamenti delle cellule diramarsi e perdersi nel reticolo della nevroglia; e che per ciò? Diremo tutt'al più che la comunicazione delle fibre colle cellule è indiretta invece di essere diretta e tale da permettere una diffusione maggiore dell'impulso in grembo alla sostanza grigia. Del resto, lo stesso Lewes dice a p. 144 del primo volume dei suoi *Problems of Life and Mind*: « le cellule sono i serbatoi dell'energia conducibile della quale le fibre sono i conduttori »; ciò basta e non si chiede di più. D'altra parte gli scienziati sono ben lontani da un accordo soddisfacente intorno alla natura della nevroglia, e Wundt, il grande Wundt, a p. 29 della sua stupenda *Psicologia fisiologica*, dice che sebbene la nevroglia rassomigli alquanto al contenuto protoplastico delle cellule nervose, non si deve perciò ascriverle una natura nervosa — perchè ciò sarebbe contrario a quanto sappiamo intorno ai reciproci rapporti dei veri elementi nervosi, che sono le fibre e le cellule.

Il lavoro degli elementi centrali è necessariamente legato ad un processo di disintegrazione degli elementi attivi, seguìto immediatamente da un processo inverso di reintegrazione, che si compie secondo una modalità condizionata dalla modalità della disintegrazione che lo ha preceduto.

Ne segue che l'elemento nervoso, originariamente integrato secondo il tipo evolutivo dell'animale cui appartiene, una volta che subisce una disintegrazione funzionale e poi si reintegra, non ritorna mai identico a ciò che era prima, ed ogni sua attività funzionale lo lascia sempre e per sempre più o meno modificato. Tale è difatti la condizione dinamo-materiale dell' interno registrarsi delle impressioni subìte, della loro incarnazione, ossia della memoria, e quindi dello sviluppo cerebro-psichico, dell' acquisto di nuove facoltà, dell' organizzazione evolutiva del cervello o della mente.

Ciò posto come premessa incontestabile, io dico:

1. che la coscienza non accompagna mai l' integrazione o la reintegrazione degli elementi nervosi;

2. che la coscienza accompagna soltanto la disintegrazione degli elementi nervosi;

3. che la intensità della coscienza è simultaneamente in proporzione diretta coll' intensità della disintegrazione e in proporzione inversa colla facilità e colla rapidità onde il lavoro interno di ogni elemento nervoso si scarica sopra un altro elemento, sensitivo o motore, centrale o periferico.

Ecco quanto m' incombe ora di dimostrare. A tale scopo voglio questa volta valermi solo della osservazione subbiettiva ed obbiettiva, lasciando per un'altra occasione la verifica sperimentale della mia tesi; solo dirò, che non conosco un solo fatto psicofisiologico che stia con essa in disaccordo, mentre innumerevoli esperimenti di insigni fisiologi vengono a confermarla, al pari di alcuni sperimenti miei proprî.

Osserviamo e vediamo.

Durante il giorno, allo stato di veglia, noi siamo senza posa colpiti da tutta quella varietà di impressioni che la struttura dei nostri organi dei sensi ci permette di ricevere dal mondo esterno e dalle varie parti dell' organismo nostro; quelle impressioni mettono in attività or l'una ed ora l'altra regione dei nostri centri nervosi, — cioè vi iniziano una disintegrazione, fluttuante rispetto alle singole regioni, ma continua rispetto alla totalità dei centri; e siccome questa disintegrazione supera di gran lunga la reintegrazione degli elementi attivi, ne risulta che durante tutto il giorno noi siamo continuamente consci, ora d' una cosa ed ora di un' altra; abbiamo una cenestesi con contenuto variabile, ora personale ed ora impersonale, ma non mai interrotta. — La notte, al contrario, quando il soverchio lavoro ha più o meno esaurito gli organi dei sensi, i nervi afferenti ed efferenti e specialmente i centri nervosi, e mentre la stanchezza condanna tutti questi organi ad un lungo riposo, durante il quale le solite impressioni non bastano per metterli in attività, in una parola durante il sonno, — periodico sopravvento della reintegrazione dei tessuti tutti, e specialmente del tessuto nervoso, — noi siamo dapprima subconsci e poi inconsci.

E i sogni, dirà taluno? Ebbene, cosa sono i sogni se non irruzioni sporadiche di

una attività disintegrante parziale nei periodi di reintegrazione? [1] Sia che una regione del cervello, che abbia lavorato meno delle altre, ed è quindi carica di energie latenti pronte a sprigionarsi, entri per conto proprio in vibrazione, in seguito ad impressioni non avvertite dalle regioni stanche, e produca i corrispondenti stati di coscienza, — sia al contrario, che una regione centrale, che abbia lavorato più delle altre, continui, conforme all'antico detto *ubi stimulus ibi fluxus,* a vibrare più o meno, mentre le altre si riposano e si rifanno del consumo patito, e dia luogo agli stati di coscienza correlativi, — sia infine che si combinino tali attività parziali per fornire la trama dei sogni che ne risultano, rimane ad ogni modo fermo, che noi siamo consci solo della disintegrazione cerebro-psichica, ed inconsapevoli affatto della susseguente reintegrazione.

Se ora, invece di quella interruzione totale della coscienza, prendiamo ad esame le sue intermittenze parziali nel corso del giorno, giungeremo al medesimo risultato. Voi, per esempio, leggete un capitolo che vi interessa molto, od ascoltate una lettura importante, oppure voi meditate in silenzio cercando la soluzione di qualche problema: certe regioni dei vostri centri nervosi subiscono una disintegrazione estesa e profonda; voi siete vivamente conscio degli interni mutamenti che si seguono; ma, dopo qualche tempo, i relativi centri si stancano, altri centri entrano in attività, cioè cominciano a disintegrarsi, lasciando che i primi tornino a reintegrarsi; immediatamente cambia il contenuto della vostra coscienza: voi non siete più conscio dell'attività precedente, ma lo siete di quella attuale. Intanto i centri che avevano lavorato, compiono nel silenzio dell'inconscienza la loro reintegrazione, e se, per una ragione qualunque, essi tornano a lavorare, a disintegrarsi, voi sarete di nuovo consapevole della loro attività; però con questa differenza, che ora voi riconoscerete ciò che prima conosceste, troverete le impressioni poco coerenti, ricevute allora, debitamente coordinate ed associate, sarete in possesso di una sintesi, di una conclusione nuova, di un'idea che prima non voleva venire e che ora viene da sè; avrete imparato qualche cosa, avrete acquistato una nuova facoltà, e tutto ciò senza la menoma consapevolezza della reintegrazione cerebro-psichica, alla quale pure andate debitore del progresso fatto. Chi

[1] V. il bello studio sul sonno e i sogni di N. Grot, professore di filosofia al Liceo di Negin, in Russia: « Snovidenia » ecc.... Kiev, 1878. = So bene che esiste una grande divergenza di opinioni quanto alla continuità o discontinuità della coscienza e dei sogni durante il sonno; alcuni scienziati credono ancora che si sogni sempre dormendo, e che a volte pare soltanto di non aver sognato, solo perchè si dimenticano i sogni; ma astrazion fatta dall'essere questa supposizione affatto gratuita, essa è in contradizione diretta con quanto sappiamo sull'alternarsi del lavoro e del riposo in tutti gli organi e in tutti i tessuti; assai più conforme a questa legge generale ed alla esperienza di ciascuno mi pare il riconoscere che sebbene si sogni spesso, non si sogna sempre, e questo modo di vedere è anche confermato dall'autorità di uomini come Reid, il quale afferma di non aver mai sognato per lo spazio di quarant'anni, e Lessing che dice lo stesso di tutta la sua vita. Del resto, anche se si vuole, in omaggio all'antico postulato di Descartes, sostenere che si sogna sempre, ciò non invalida in nessuna guisa la teoria della coscienza che io propongo; potrebbe benissimo darsi che fra gl'innumerevoli elementi centrali, o gruppi di essi, alcuni continuassero a disintegrarsi attivamente, mentre la grandissima maggioranza sta reintegrandosi; anzi la stessa stranezza del contenuto dei sogni è una prova diretta che essi risultano dal disordinato lavorio di elementi centrali, le cui contribuzioni sconnesse si fondono nel dramma del sogno, — dramma incoerente appunto perchè manca il solito insieme coerente di eccitamenti esterni ed interni, mediante il quale, durante la veglia, l'attività psichica è mantenuta in carreggiata.

non sa che tante volte i ragazzi non riescono ad imparare le loro lezioni per la scuola, e più ci stanno sopra più fanno il capo grosso, senza riuscire ad ordinare ed a rammentare quel materiale che per loro è un caos d'impressioni nuove; e chi non sa che in tali casi basta mandarli a dormire, a passeggiare o a mangiare, per ottenere, ad insaputa loro, ciò che prima nessuno sforzo bastava a compiere; e perchè ciò? Perchè, occupando attivamente altre regioni dei centri nervosi, si dà alle parti che erano sede della disintegrazione, il tempo necessario per reintegrarsi secondo la modalità della precedente disintegrazione. Chiunque abbia fatto lezioni, o scritto articoli, avrà sperimentato le mille volte che se, ruminando una spiegazione od una frase, non riesce ad afferrarla, il miglior mezzo è quello di distrarsi, cioè di indirizzare l'attività psichica ad altri gruppi di elementi centrali.

Ma chiudiamoci entro limiti ancora più ristretti. Nel leggere un capitolo od una poesia, voi ad ogni frazione di tempo presa isolatamente non siete consapevole che della frase che state leggendo e punto di quelle che la precedettero, nemmeno di quella che essa segue immediatamente, perchè in quel momento le frasi anteriori sono già passate dal dominio della disintegrazione a quello della reintegrazione, mentre quella che è in lettura, sta disintegrando i relativi centri; e se, alla fine del capitolo o della poesia voi ne possedete il contenuto intellettuale o sentimentale, cioè avete in voi debitamente coordinate le nozioni o i sentimenti che essa esprime, voi lo dovete all'inconscia reintegrazione della serie di disintegrazioni conscie che si sono seguite nei vostri centri nervosi. — Lo stesso vale per ogni parola che compone una frase: il che è evidente negli individui poco famigliari col soggetto della lettura che stanno facendo, o colla lingua in cui leggono: l'insieme, il senso delle frasi, la sintesi delle singole parole non si fa, è offuscata dalla disintegrazione che ogni parola presa isolatamente produce nei centri; essi allora non capiscono che poco o punto ciò che leggono.— Lo stesso vale pure per ogni lettera che compone una parola; cosa evidentissima nelle persone che non sanno leggere correntemente, che debbono compitare per mettere assieme le parole.

Tanto basti per il lato ricettivo dell'attività centrale; volgiamo lo sguardo al suo lato restitutivo, e riandiamo in senso inverso la scala or ora percorsa. Vedremo allora che, mentre l'impressione prodotta da ogni lettera nell'individuo che impara a leggere, non trovando nei centri vie già aperte ed organizzate, trovando invece elementi nervosi che oppongono alla sua sollecita trasmissione una certa resistenza, essa vi produce una disintegrazione conscia, per quanto sia breve, che dura fino al momento in cui, riconosciuta la parola, le singole lettere svaniscono dalla coscienza, occupata invece dal senso della parola, cioè non più dalle parti del segno fonetico o grafico, ma dal suo tutto, preso come simbolo di un dato gruppo di associazioni. Invece, nell'individuo che sa leggere discretamente, la trasmissione delle singole impressioncelle visive delle lettere si fa senza incagli dal centro sensorio al centro d'ideazione; quindi è che in lui non sono più le singole lettere che producono una disintegrazione conscia, bensì le parole intere, e la coscienza di ciascuna è immediatamente rimpiazzata da quella della susseguente; purchè l'individuo si sia sufficientemente esercitato, egli non sarà più conscio della disintegrazione parziale prodotta da ogni parola, perchè essa corre troppo veloce a far parte del gruppo logico formato

dalle parole collegate in frasi, e perchè i relativi centri, non appena l'hanno tramandata ad altri, tornano troppo presto a reintegrarsi; egli allora è conscio del senso della frase presa come un tutto, e considerata come l'espressione di una serie di associazioni più complesse. Finalmente nell'individuo che non solo sa leggere bene, ma che è anche addentro nella materia che forma il soggetto della sua lettura, lo stesso accade rispetto alle frasi intere: la disintegrazione da esse prodotta, trovando per ogni verso vie nervose spianate dallo studio antecedente dell'argomento, si comunica con tanta velocità ad altri centri, e torna così presto a reintegrarsi, che esso non ne è cosciente, ma lo è invece della disintegrazione estremamente complessa che intere serie di frasi fanno repentinamente nascere nei più elevati centri d'ideazione: nel mentre che legge, egli *riflette* al senso, al valore, alla portata delle cose lette; nel concatenarsi infinito di associazioni nuove la sua coscienza è destata solo da quegli elementi centrali nei quali la trasmissione incontra qualche difficoltà, ed abbandona via via quelli che, scaricando sopra altri le proprie vibrazioni, cessano dal disintegrarsi e cominciano ad essere reintegrati (1).

Generalizzando ora le osservazioni surriferite possiamo dire: dal continuo avvicendarsi di parziali coscienze nasce qual risultante la cenestesi, che forma ad ogni momento della sua vita (durante lo stato di veglia), il contenuto personale od impersonale della coscienza di ciascuno di noi; se pure tale espressione paresse troppo subbiettiva, diremo: dal continuo oscillare degli innumerevoli elementi nervosi centrali, o gruppi di essi, fra la disintegrazione e la reintegrazione, risulta qual somma algebrica, il momentaneo predominio d'un dato gruppo di disintegrazioni parziali, le quali, espresse simultaneamente nella subbiettività dell'individuo, si fondono in quel *tutto* che esso percepisce come cenestesi attuale. La coscienza è continua, in parte perchè lo è il processo di disintegrazione funzionale degli elementi nervosi, e in parte perchè la trasmissione intercellulare nei centri non procede a caso, ma è sottoposta alle leggi costanti che regolano l'associazione delle idee; dimodochè gli stati di coscienza, che si succedono seguendo il fluttuare incessante della disintegrazione, il suo scivolare irrequieto da un gruppo di elementi nervosi all'altro, sono sempre in qualche modo collegati fra loro da un'antica od almeno antecedente associazione, e sono, da questo punto di vista, realmente la continuazione gli uni degli altri. Sicchè nella coscienza vi è soluzione di continuità soltanto quando si ferma completamente la disintegrazione cerebro-psichica funzionale: nel sonno profondo, nella sincope, nelle commozioni cerebrali e in alcuni casi patologici.

(1) Ognuno potrà verificare sopra se stesso questi asserti. Posso aggiungere per esperienza propria, che leggendo il russo od il tedesco, la mia coscienza è troppo occupata dalle singole parole o dalla costruzione grammaticale delle frasi per permettermi di leggere speditamente e di aver una veduta d'insieme, sintetica, delle cose lette: è piuttosto un'analisi dei concetti dell'autore, alla quale m'obbliga la persistenza delle *parole* o delle *frasi* nel campo della coscienza; in inglese leggo più presto, e la mia mente, meno ingombra di cose parziali, osserva più agevolmente l'andamento generale della esposizione; in francese ed in italiano mi sento proprio libero: nessun ostacolo sofferma il pensiero, non ho la menoma coscienza delle singole parole o frasi, solo il concetto generale dell'opera e i pregi o i difetti dell'esecuzione occupano la mia coscienza; dimodochè una sola rapida scorsa mi basta per formare il mio giudizio sopra libri scritti in una delle due ultime lingue, — mentre ho bisogno di rileggere due o tre volte quelli scritti nelle due prime.

Parlo sempre della coscienza in generale e non della coscienza individuale; quest'ultima è un caso particolare della prima, e quindi si conforma perfettamente alla legge che ho esposto; però è utile notare come la coscienza individuale sia assai meno continua della coscienza in generale, come essa sia spesso interrotta, non solo nel sonno profondo, nella sincope, ecc..., ma anche durante la veglia: la cenestesi è spesso formata da sensazioni nelle quali l'io non c'entra per nulla, ed allora vi è coscienza ma non coscienza dell'io: difatti un uomo che medita profondamente, deve uscire dalle sue meditazioni, destarsi per così dire, per rammentarsi od avvedersi che era lui che pensava; solo quando la forte tensione degli elementi centrali diminuisce al punto da permettere a sensazioni organiche o ad impressioni locali di richiamarci all'individualità, di «tornare in noi», come suol dirsi, solo allora ci avvediamo essere stati noi che pensavamo, e se le impressioni incidenti non hanno tanta energia da penetrare negli elementi nervosi malgrado la loro attuale tensione, e da iniziarvi la propria modalità di disintegrazione, esse non producono coscienza corrispondente e l'io resta affogato nella cenestesi impersonale che occupa tutta la coscienza: il pensatore allora è il pensiero, la sua individualità in quel momento non esiste nella coscienza. — Il sentimento poi della continuazione della medesima individualità risulta dall'associazione, dalla fusione in un tutto, mercè la memoria, delle serie di stati di coscienza che si sono seguite e che si seguono, dalla loro combinazione sintetica in gruppi più complessi, precisamente come accade per le frasi di un capitolo, per le parole di ogni frase o per le lettere di ciascuna parola.

Per quanto io abbia esaminato moltissimi esempî di attività psichica, scelti in modo da rappresentare i principali tipi delle forme svariate che essa prende, ed il suo passare continuo da una forma all'altra ([1]), io non sono riuscito a trovare un solo atto psichico che non si conformi alla legge da me formulata; e sempre, dopo aver errato per qualche tempo nel laberinto cerebro-psichico, considerando non l'attività psichica nel suo insieme, qual risultante dei singoli atti psichici che la compongono, ma questi atti presi isolatamente come fattori dell'effetto totale, ho dovuto ritornare alla sola uscita che vi sia; ho dovuto cioè convincermi sempre più del fatto che gli elementi nervosi centrali prendono parte alla cenestesi (personale o impersonale) dell'individuo soltanto quando sono invasi da disintegrazione funzionale con impedita trasmissione; che vi prendono una parte tanto maggiore quanto maggiore è la resistenza da essi opposta alla trasmissione dell'impulso ricevuto, cioè, in altri termini, quanto più profonda, più durevole e più intensa è la disintegrazione cagionata dall'impulso medesimo; che non appena un dato gruppo di elementi centrali torna a reintegrarsi, esso cessa *ipso*

([1]) Le varie forme di vibrazioni psichiche risultano dal vario aggrupparsi di elementi centrali attivi; esse stanno al loro genere, come le vibrazioni violette, rosse, gialle, ecc.... stanno al genere vibrazioni luminose; espresse in termini subbiettivi esse si dividono in sentimenti, pensieri e volizioni; Mantegazza riconosce nove forme elementari di trasformazioni del moto psichico: « le sensazioni possono trasformarsi in altre sensazioni, in sentimenti o in pensieri; i sentimenti possono cambiarsi in altri sentimenti, in sensazioni o in fenomeni intellettuali; i pensieri infine possono trasformarsi in altri pensieri, in sensazioni o in sentimenti ». Tutte poi finiscono col produrre una reazione motrice, volontaria od automatica, conscia od inconsapevole, nei muscoli striati o nei muscoli lisci, negli arti, nei visceri o nei vasi sanguigni, ritornando così, sotto forme più elementari, generalmente come lavoro meccanico, in grembo al mondo esterno.

facto dal prendere parte alla cenestesi, e rimane nell'incoscienza fintanto che non viene nuovamente posto in attività da qualche impulso diretto o indiretto, esterno o interno; allora esso contribuisce di nuovo il suo *quantum* di coscienza alla cenestesi del momento, purchè l'impulso non sia tale da essere immediatamente e senza alcuna resistenza tramandato ad altri gruppi di elementi centrali. Concludo dunque, che la coscienza è l'espressione subbiettiva della fase di disintegrazione funzionale degli elementi nervosi, e che la sua intensità, mentre è in proporzione diretta colla disintegrazione degli elementi attivi, è, nel tempo stesso, in proporzione inversa colla facilità colla quale questi elementi trasmettono ad altri l'impulso che ricevono. Sicchè la somma di coscienza manifestata in un dato momento da qualsivoglia centro nervoso, o gruppo di elementi centrali, è sempre il prodotto, o piuttosto la somma algebrica, dei molteplici processi di disintegrazione e di reintegrazione coinvolti nell'adempimento di qualunque atto nervoso centrale.

III. Conseguenze.

Avendo mostrato come la legge da me proposta abbraccia simultaneamente ed egualmente bene l'attività psichica più intensamente conscia e quella più inconsapevolmente automatica, debbo ora mostrare che, oltre l'attività dei centri corticali degli emisferi, essa abbraccia ancora quella dei centri subordinati, sensorio-motori e spinali. Ma, se pei centri superiori ci è stato possibile procedere induttivamente, nello studio dei centri subalterni siamo condannati a seguire il metodo deduttivo: dobbiamo accettare la legge sopra esposta come dimostrata dall'osservazione obbiettiva e subbiettiva degli atti psichici corticali, e nell'applicarla ai centri subalterni, contentarci della conferma obbiettiva, essendo necessariamente preclusa la via alla conferma subbiettiva. La mancanza di tale riprova ha prodotto nella scienza un disaccordo completo sulla possibilità, o meno, della coscienza nel midollo spinale. Mentre i seguaci delle dottrine di Marshal Hall sostengono che l'attività del midollo è essenzialmente diversa da quella del cervello, assolutamente inconscia e «puramente meccanica», Maudsley e Lewes sostengono che l'attività di tutti i centri nervosi è essenzialmente la medesima; però, mentre il primo considera la coscienza in ogni caso come un fenomeno accessorio, generalmente assente, il secondo la considera come un fenomeno necessario, espressione subbiettiva della proprietà di ogni centro nervoso, da esso chiamata « sensibilità », e, quindi, come sempre ed in ogni caso presente. — I fatti tipici in discussione sono i seguenti:

Se ad una rana decapitata si applica una goccia di acido alla regione del trocantere, essa immediatamente sfrega e gratta quella parte colla zampa del medesimo lato; se ora si taglia questa zampa e si applica nuovamente l'acido, la rana sembra rimaner perplessa, si agita, esita, fa tentativi inutili col moncone amputato, sembra stare sopra pensiero, e finisce coll'asciugare l'acido servendosi della zampa del lato opposto. Pflüger fu così colpito da questo fatto, che egli ascrisse non solo coscienza ma intelligenza e volontà alle reazioni riflesse dal midollo, e fu in ciò seguito da Auerbach in Germania e da Lewes in Inghilterra. Ma fino dal 1858, una voce potente, quella di M. Schiff, si pronunziò contro l'interpretazione di quei tre

fisiologi; egli ebbe il merito di riconoscere, da una parte, che i fatti osservati sull'uomo, in seguito a traumatismi del midollo, non permettono di concludere all'incoscienza del midollo; perchè in questi casi è interrotta la comunicazione nervosa fra il midollo ed il cervello, così che il cervello del paziente non può avvertire quanto accade nel suo midollo spinale, precisamente come il cervello di Pietro non avverte quanto succede nel midollo di Paolo; e d'altra parte, che, essendo la reazione visibile il solo segno obbiettivo che ci sveli la presenza di una conscia sensazione in un organismo qualunque, purchè non sia il nostro, noi, senza essere assolutamente forzati ad ammettere la sensazione conscia nel midollo spinale, non abbiamo però nessun diritto di negare al midollo ogni traccia di coscienza; bensì possiamo, in virtù del ragionamento seguente, negare alle reazioni sue la qualità di volontarie ed intenzionali: diciamo volontario un movimento del quale abbiamo una previa coscienza, prevedendone la forma, l'energia, l'andamento e l'effetto; ma il midollo spinale di un animale decapitato non può avere le rappresentazioni indispensabili per formarsi tali concetti; la distruzione di ogni centro sensorio del cervello porta seco la distruzione delle rappresentazioni corrispondenti; la decapitazione poi equivale alla distruzione simultanea di tutte quelle rappresentazioni, e lascia il midollo privo del materiale psichico che, combinato in un tutto, conferisce ad un movimento il carattere speciale che indichiamo col predicato volontario. Tanto è vero, che non diciamo più volontario ma automatico un movimento che, malgrado la integrità dei centri nervosi, si compie in assenza di tutto quel corredo di rappresentazioni, senza previsione e senza coscienza. Anzi gli esempî di movimenti inconsci compiuti da noi stessi sono i soli valevoli per rendere probabile che in generale è possibile una reazione qualsiasi dei centri nervosi, senza coscienza.

Questo ragionamento si applica tal quale ai centri sensorio-motori situati nell'encefalo, fra il midollo allungato e gli emisferi cerebrali; essendo accessibili a tutta la moltiplicità delle impressioni che l'organismo è atto a ricevere dal mondo esterno per mezzo dei sensi speciali, essi reagiscono con serie di moti alle serie di impressioni che ricevono, o con gruppi di moti assai più complessi ai gruppi di impressioni che li colpiscono. Così, per esempio, un piccione, dopo l'ablazione degli emisferi, si regge ritto in terra o sopra un bastone, si rizza quando viene coricato, vola se lo si butta per l'aria, accomoda col becco le penne che appositivamente gli si arruffano, in alcuni casi favorevoli, impara a poco a poco a mangiare e a bevere da sè [1], — insomma seguita a vivere comportandosi presso a poco come un piccione normale, colla sola differenza che si mostra più apatico, tradisce meno iniziativa, sembra, in una parola, mancare di spontaneità, come direbbe A. Bain [2]. A fortiori dunque, vista l'analogia fra gli atti sensorio-motori e gli atti ideomotori, maggiore assai di quella fra gli ultimi e le reazioni spinali, concluderemo che non è sostenibile

(1) Dott. M. Quillen, Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 1878. Egli presentò alla seduta dell'Accademia un piccione al quale aveva estirpato gli emisferi 24 giorni prima; l'animale non tradiva nel suo modo di essere che pochissima differenza in confronto con animali normali.

(2) V. la mia critica degli argomenti di A. Bain in favore della spontaneità, nella *Rassegna Settimanale* del 25 agosto 1878.

l'opinione, secondo la quale i centri in parola compiono l'attività loro del tutto inconsapevolmente.

Ma qual è il grado di coscienza che possiamo ascrivere ai centri spinali e a quelli sensorio-motori? Prendo qui la parola « grado » simultaneamente nel suo senso quantitativo e qualificativo, cioè, rispetto alla coscienza, nel senso di intensità ed insieme di dignità psichica, come meglio apparirà da quanto sto per dire.

Avendo avuto frequenti occasioni di osservare sopra me stesso la fenomenologia psichica della sincope, o piuttosto del ritorno alla coscienza dopo la sincope, io ne ho ricavato i seguenti dati, la importanza dei quali per l'argomento che trattiamo, non isfuggirà a nessuno. Dopo il nulla assoluto, ossia l'assenza completa di qualsiasi consapevolezza, si comincia ad avere un sentimento indeterminato e confuso di esistenza in generale, senza alcuna delimitazione della propria individualità, senza traccia della distinzione fra l'io e il non-io; si è allora un organismo conscio di essere, ma non conscio di formare una unità a sè, in mezzo alla pluralità degli oggetti esterni; si ha, in due parole, una coscienza impersonale. Questo sentimento può essere piacevole, se la sincope non fu cagionata da un forte dolore, e spiacevolissimo se lo fu; è questa la sola distinzione possibile: ci si sente vivere e godere o vivere e soffrire, ma senza sapere perchè soffriamo o godiamo nè che siamo noi la sede di quelle sensazioni. È probabile che in questo stadio le estremità, almeno gli arti posteriori, possano già eseguire dei moti riflessi in risposta a stimoli locali, senza che la coscienza lo avverta. Ebbene, possiamo con somma probabilità supporre che il midollo spinale repentinamente separato dai centri cefalici in seguito alla decapitazione, si trovi ad un tratto ridotto a questa forma elementare di sensazione senza discernimento di sorta, senza localizzazione precisa, senza distinzione dell'io dal non-io, senza conoscenza delle varie parti dell'io stesso, ed accompagnata solo da coscienza diffusa, impersonale; esso potrà sentire il fatto dell'esistenza in generale ed anche la sua modalità gradevole o spiacevole, ma senza la minima idea della parte che gode o che soffre nè della causa esterna di tale sensazione. Ed è questa la sola forma di coscienza che possiamo ammettere negli esseri infimi privi di organi speciali, come pure è la sola che di comune accordo gli scienziati attribuiscono al neonato, prima che in grazia della educazione dei suoi sensi e della associazione delle impressioni, esso si sia formato la topografia della superficie del proprio corpo ed abbia imparato a distinguerne le varie parti le une dalle altre e dagli oggetti che non gli appartengono. Credo quindi che il midollo spinale di un animale decapitato reagirebbe a qualunque impressione indifferentemente con qualunque movimento, forse con una serie di contrazioni più o meno toniche di tutti quanti i muscoli del corpo (come esso lo fa realmente appunto nel neonato), se non contenesse un gran numero di comunicazioni dirette dei nervi afferenti coi nervi efferenti, comunicazioni sviluppate anteriormente, durante l'evoluzione secolare degli esseri viventi, e poi diventate ereditarie, sì da essere ormai innate, — oppure acquisite dall'individuo stesso in seguito alle vicende della sua vita, ma ad ogni modo preformate, cioè pronte a reagire in un modo determinato ad ogni stimolo determinato. Credo finalmente che nei casi relativamente semplici, ove il midollo reagisce con una reazione immediata e ristretta ad un dato stimolo, in virtù di un meccanismo preformato,

la coscienza spinale è ridotta al minimo d'intensità o a zero; perchè allora la trasmissione dell'eccitamento si fa con massima velocità e facilità per vie nervose perfettamente spianate; invece, nei casi relativamente complicati, come quello della rana decapitata alla quale si amputa una gamba, obbligandola ad eseguire reazioni meno automatiche, oppure nei tritoni di Flourens, le gambe posteriori dei quali, dopo il taglio del midollo cervicale, cambiavano a poco a poco le loro reazioni sconnesse con movimenti coordinati di locomozione, la coscienza spinale è eccitata al massimo, perchè in questi casi gli elementi centrali offrono una certa resistenza alla trasmissione dello stimolo, il quale non trovando uno sbocco aperto, s'irradia e produce una disintegrazione estesa, profonda e durevole, fintanto che non sieno state debitamente organizzate le nuove comunicazioni richieste dalle circostanze insolite. — È da notarsi però che abbiamo sempre parlato di animali decapitati; ma nell'animale normale, se uno stimolo che colpisce il midollo spinale, non è immediatamente tutto quanto scaricato sotto forma di una reazione diretta, automatica, — esso non è forzato di trattenersi nel midollo per lavorarvi allo scasso di nuovi territorî centrali, e viene senz'altro tramandato ai centri encefalici: per cui, nell'animale normale la coscienza del midollo non sarà mai o quasi mai chiamata a manifestarsi in un modo sensibile. Qui subentra un'altra complicazione, che accennerò solo di volo: è evidente che in un animale privo per natura sua di centri encefalici, come l'*amphioxus*, il midollo deve accudire a tutti gli obblighi devoluti ai centri nervosi, mentre, a misura che nel corso dell'evoluzione degli esseri, la parte anteriore del midollo prende uno sviluppo straordinario, e si trasforma in encefalo, le attribuzioni centrali diventano mano mano il privilegio dei nuovi organi nervosi, che soli offrono una complessità e una specializzazione di struttura atta a corrispondere ai bisogni svariati di un essere più perfetto, mentre i centri spinali si riducono di più in più all'ufficio subalterno di organi di trasmissione. Ne segue che la coscienza spinale sarà più intensa nei vertebrati inferiori e meno intensa nei superiori, e sarà, prendendo i due estremi, al suo massimo nell'*amphioxus*, al suo minimo nell'uomo. Questo punto sarà sviluppato con maggiori dettagli in un volume di prossima pubblicazione, nel quale riunisco i principali dati fisiologici della psicologia.

Passo ora ai centri sensorio-motori della base del cervello, dal corpo striato e talamo ottico in giù.

Ho già accennato sopra, che l'osservazione di animali privati dei lobi cerebrali c'impone, nella maggior parte dei casi, la conclusione che, sebbene i movimenti da essi eseguiti ci sembrino compiersi senza l'intervento dell'intelligenza e della volontà, noi non abbiamo però il diritto di dire, che non sieno mai accompagnati da coscienza; anzi ogni buona analogia, e specialmente gli argomenti che abbiamo portato in favore della coscienza spinale, ci obbligano a non considerarli come reazioni per il solito inconsapevoli. Lo stesso Maudsley, tanto prono a negare la coscienza dovunque sia possibile negarla, e così disposto a seguire le tracce di Descartes nel riguardare gli animali, per natura loro privi di centri superiori ai sensorio-motori, come macchine inconsapevoli, è pur forzato di riconoscere che, almeno nei vertebrati superiori, dobbiamo concedere a questi centri un certo grado di coscienza; « essi sono, dice egli, organi di una dignità quasi uguale a quella dei centri corticali degli emisferi, e sono

indispensabili per lo sviluppo della funzione di questi ultimi, coi quali stanno in rapporti funzionali così intimi, che una separazione fra gli uni e gli altri deve sembrare una pura astrazione; può darsi quindi che i centri sensori posseggano fino ad un certo punto la proprietà che solo nei centri superiori giunge al suo pieno sviluppo ». Per la stessa ragione egli concede loro, benchè assai di malincuore, ciò che chiama « una specie di percezione sensoria », che sarebbe il germe o rudimento della percezione intellettuale, privilegio dei centri cerebrali superiori. In tutto ciò, a parer mio, si tratta più che altro della qualità del contenuto della coscienza; ma per meglio spiegare il mio modo di vedere, devo tornare sulle mie osservazioni circa il ritorno della coscienza dopo la sincope, ed esporre ciò che chiamo il secondo stadio del ritorno.

A poco a poco, in mezzo al caos del primo stadio, che ho descritto sopra, e che è caratterizzato da una coscienza confusa, impersonale, senza traccia di localizzazione, senza alcun discernimento di sensazioni definite, si delineano oscure differenze: si comincia a vedere e a udire, ma i suoni e i colori sembrano nascere nell'interno del soggetto, non vi è nessuna idea della loro origine esterna, nessun legame fra i varî suoni e i varî colori; ogni sensazione è sentita isolatamente, ciascuna per sè, tutte producendo una certa stupefazione molto strana. In quel momento i centri sensori sono evidentemente sensibili soltanto alle impressioni che vengono direttamente dall'esterno: l'azione riflessa non è ancora ristabilita, non vi è ancora interferenza di sensazioni e quindi manca la localizzazione, la percezione, la distinzione dell'io dal non-io; si hanno insomma sensazioni stupide, se posso così esprimermi, sensazioni che, mancando l'interferenza, possono soltanto essere sentite ma non conosciute. Nel momento susseguente si ristabilisce l'azione riflessa centrale; le varie sensazioni cominciano ad influire le une sull'altre, a determinarsi, a definirsi, a localizzarsi reciprocamente; i singoli centri sensori si riuniscono in « *sensorium commune* » e ne risulta l'apparizione netta della coscienza dell'unità dell'io; ma essa pure non è sulle prime che un sentimento inintelligente, che esprime soltanto il fatto dell'unità organica del soggetto, e non una chiara nozione dei suoi rapporti con quanto lo circonda. A questo punto io sentivo che ero io e che le sensazioni uditive e visive provenivano da oggetti che non facevano parte di me, ma ancora non capivo menomamente quello che accadeva, nè quello che era avvenuto: perchè, per esempio, io mi trovassi lì, disteso in terra o sopra un sofà, nè perchè le persone presenti si affollassero intorno a me, e mi buttassero acqua fresca nel viso; egli è che queste sono percezioni complesse, di un ordine più elevato, — vere percezioni intellettuali, che risultano dal lavoro dei centri corticali; esse non riappariscono che col ristabilirsi completo di questi centri, i quali sono i primi a soffrire e gli ultimi a ritornare all'integrità funzionale; e difatti ad un dato momento, dopo un periodo più o meno lungo, ma sempre apprezzabile, di stupore, quale l'ho descritto, non appena i centri corticali sono del tutto ristabiliti, la mente afferra ad un tratto i rapporti complessi della situazione, e fa balenare il pensiero: «Ah! è di nuovo uno svenimento! ». Da quel momento in poi l'intelletto è pienamente ristabilito, e riprende la direzione che gli era stata momentaneamente tolta.

Da queste osservazioni, unitamente a quelle ben note sugli animali privati degli

emisferi cerebrali, io deduco: in primo luogo, che i centri sensori presi isolatamente possono essere consci (ciascuno del suo genere speciale di sensazione), soltanto in un modo stupido, come ho detto sopra, cioè senza alcuna combinazione od interferenza fra le varie sensazioni, quindi senza la loro localizzazione, quindi senza idea della origine esterna delle impressioni, e per conseguenza senza distinzione dell'io dal non-io; in secondo luogo, che i centri sensori, riuniti in « *sensorium commune* », come sede di azione riflessa intercentrale, cioè dell'interferenza delle varie sensazioni specifiche di origine esterna e della evocazione interna di sensazioni riflesse, subbiettive, possono essere consci in un modo elementarmente razionale; voglio dire, che possono non solo sentire, ma sapere che ciò che sente, non è ciò che produce la sensazione, ed avere per conseguenza la coscienza individuale nella sua forma più elementare, qual sentimento dell' unità dell' io, ma non la nozione dei suoi rapporti colle circostanze in cui si trova.

Ed anche qui, come per il midollo spinale, la formula da me proposta si applica perfettamente ai centri sensorio-motori; come il midollo dell'animale decapitato, essi, nell'animale privato soltanto degli emisferi, non potranno generalmente compiere che gli atti, per quanto complessi ci sembrino, l'adempimento dei quali è dovuto ad un meccanismo preformato, ereditato o acquisito dall'individuo; le loro reazioni saranno quindi, nella gran maggioranza dei casi, automatiche, o pochissimo o punto consapevoli; ma, precisamente come il midollo spinale, in alcuni casi favorevoli, per esempio nelle salamandre di Flourens, può imparare ad eseguire reazioni che dapprima non gli erano possibili, così anche i centri sensorio-motori imparano, in alcuni casi rari, simili a quello del piccione di M. Quillen, ad eseguire tutti i movimenti coordinati, necessarî per mantenere la vita dell'individuo; ed è probabile che durante questo tirocinio la loro coscienza sia considerevolmente aumentata, per tornare a diminuire a misura che le nuove associazioni, ripetendosi spesso, spianano le vie ad una trasmissione facile e veloce dei relativi stimoli [1]; finalmente è probabile, come nel caso del midollo, che, nell'animale illeso, la coscienza e la rudimentale intelligenza del « *sensorium commune* » non sia che raramente chiamata in attività, perchè ogniqualvolta tutta l'energia di uno stimolo qualunque non è immediatamente ed automaticamente restituita per intero al mondo esterno sotto forma di moto

[1] Se a taluno sembrasse poco adattato l'uso del vocabolo *imparare* per esprimere il fenomeno in parola, mi permetterei rammentargli l'analogia perfetta che vi è fra la genesi di una associazione motoria e quella di una associazione di idee; in ambo i casi si forma, si *organizza* una facoltà, la quale, organizzata che sia, può fungere inconsapevolmente: il processo centrale è identico in ambo i casi. Maudsley ha ben ragione di insistere su quest'analogia; egli fa il seguente parallelo fra l'acquisto di una serie o di un gruppo di movimenti coordinati e l'acquisto di una serie o di un gruppo di sensazioni riflesse corticali, ossia di idee. Le idee, come i movimenti coordinati, sono il risultato *costituzionale* dell'educazione, dell'esercizio, dell'influsso dell'ambiente. Le idee di un bambino sono, come i suoi movimenti, indecise, istantanee, fugaci ed incoerenti. Le idee, come i movimenti, si collegano in gruppi o in serie tanto più indissolubili quanto più spesso esse si ripetono, e una volta collegate non si producono isolatamente che a stento, anzi diventano in molti casi affatto inseparabili. Come i movimenti, le idee diventano più facili in seguito a frequenti ripetizioni, più sollecitamente nascono per opera di stimoli adattati, e finiscono coll'apparire inconsapevolmente; in fine anche le idee stancano, ripetendosi, l'organo che le produce, come un eccessivo esercizio stanca i muscoli.

muscolare, essa non si ferma nei centri subalterni, a scassare nuovi territorî, ma viene tramandata alla corteccia degli emisferi. Questo predominio dei centri corticali va crescendo col grado zoologico dell'animale, ed a misura che esso cresce, la discriminazione diventa privilegio di più in più esclusivo dei centri medesimi, dimodochè la coscienza, l'intelligenza e la volontà si concentrano sempre più in essi, e si ritirano sempre più dai centri subalterni; ne segue che l'attività dei centri sensorio-motori sarà conscia, intelligente e volontaria al sommo grado nei vertebrati inferiori, e lo sarà pochissimo o punto nei vertebrati superiori; anche qui, dunque, massimo di coscienza negli esseri che non hanno emisferi, o che ne hanno solo un rudimento, minimo nei mammiferi superiori e specialmente nell'uomo. Per maggiori dettagli su questa gradazione debbo di nuovo rinviare al volume che ho annunziato parlando del midollo.

Dal fin qui detto risulta:

Nel midollo spinale: Coscienza elementare, impersonale ed inintelligente; massimo negli animali inferiori, minimo nei superiori; in questi ultimi, allo stato normale non è fatto appello alla coscienza spinale, perchè tutte le reazioni del midollo scorrono automaticamente; e gli stimoli che non trovano un meccanismo pronto a rifletterli, sono mandati ai centri encefalici; solo nei casi in cui, dopo la decapitazione, si introducono apposite complicanze, le quali rendendo necessaria la formazione di nuove vie nervose, producono una disintegrazione estesa e profonda, la coscienza spinale acquista un certo grado di intensità, per tornare a scemare quando le nuove comunicazioni sono bene associate e spianate, e quando le relative reazioni diventano abituali, automatiche.

Nei centri sensorio-motori (riuniti in «sensorium e motorium communia»): Coscienza individuale, con germe di percezione, cioè con rudimento d'intelligenza; intensità e carattere intelligente e volitivo sottoposti a condizioni identiche a quelle che regolano l'intensità della coscienza nel midollo spinale; però con questa differenza, che per causa della sterminata varietà di impressioni esterne e di sensazioni interne di cui questi centri sono la sede, quasi ogni loro reazione necessiterà la introduzione di un elemento nuovo, una modificazione, sia pure piccolissima, dei movimenti da farsi, e che per conseguenza la loro attività non potrà mai ridurli ad un automatismo così completo come quello del midollo, e contribuirà quindi quasi sempre, anche negli animali superiori e nell'uomo, la sua quota di coscienza alle cenestesi dell'individuo.

Nei centri corticali degli emisferi: Coscienza intelligente e volitiva, con nozioni chiare intorno ai rapporti dell'individuo cogli oggetti esterni, e di questi fra loro; dal che risulta la intenzionalità delle reazioni motorie; la condotta è regolata dalle circostanze passate, presenti e future — quali le prevede l'individuo, in grazia dell'esperienza acquistata. Contrariamente alle due prime forme di coscienza, questa cresce di pari passo col grado zoologico dell'animale, e giunge nell'uomo al suo massimo. La legge che governa l'avvicendarsi della coscienza e della incoscienza nei centri corticali, è quella che ho formulato e tentato di convalidare in altra parte di questo lavoro.

IV. Conclusione.

Mi sembra ora di aver delineato a sufficienza come l'osservazione di noi stessi, di altri e degli animali giustifichi la legge da me proposta; come questa legge applicandosi a qualunque atto psichico, volontario od involontario, intelligente od automatico, consapevole o no, venga a conferma delle idee del sommo psicologo H. Spencer, in molti passi del quale essa è senza dubbio implicitamente contenuta; come infine formulata esplicitamente, essa abbracci e fonda in una sintetica conciliazione opinioni in apparenza così diverse ed inconciliabili come quelle di Lewes e di Maudsley. E difatti, mentre Spencer cerca di mantenersi di fronte alla verità, Lewes e Maudsley le si avvicinano da due lati opposti, e, come dissi al principio, dopo averla rasentata, tornano a scostarsene in senso inverso; ciò deriva dall'avere ciascuno di essi dato a quella fase dell'attività psichica che a lui premeva di porre in rilievo, una preponderanza eccessiva e dall'avere quindi soverchiamente trascurata l'altra: Lewes, preoccupato sopratutto del lato ricettivo dell'attività psichica, e del lavoro intensamente conscio che accompagna gli acquisti nuovi, — cioè della difficoltà di trasmissione centrale e della disintegrazione persistente che ne risulta, vede la coscienza dappertutto; Maudsley invece, preoccupato specialmeente del lato restitutivo dell' attività psichica, del lavoro automatico dei centri già organizzati, e dello stesso processo di organizzazione, cioè della facilità di trasmissione centrale e della fase di reintegrazione degli elementi nervosi, vede dappertutto l'incoscienza. Egli è perciò che Maudsley non indietreggia dinanzi alla supposizione (benchè egli stesso la dica atta a sembrare stravagante) che un uomo senza la coscienza sarebbe una macchina intellettuale egualmente buona; ed è perciò ancora che Lewes s'indigna di tale supposto e respinge ironicamente l'idea « mostruosa » che la perfezione dell'organismo possa « coincidere colla sua degradazione al livello di una macchina » (pag. 379).

Eppure bisogna convenire che l'attività mentale consapevole indica lo stato imperfetto dell'organizzazione cerebro-psichica; essa, come lo ha così bene veduto ed esposto Herbert Spencer, è l'espressione della mancanza di associazioni e di comunicazioni adequate, della presenza di stimoli insoliti, nervosi, estranei, che vengono a disturbare l'equilibrio dell'automatismo innato o acquisito, che non trovano alcuna via pronta ad inoltrarli speditamente e senza inciampi verso la reazione finale che pur debbono produrre, e che continuano a mettere i centri nervosi in una attività irrequieta, disordinata, incoerente, tumultuosa, fintanto che non sia formato un meccanismo pronto a scaricarli al primo cenno del relativo stimolo; così che il cosciente nasce da un disturbo all'incosciente, e sparisce di nuovo col ristabilimento dell'ordine, di un ordine nuovo.

Ma noi aggiungeremo, che se la coscienza cessa dal manifestarsi per opera di una data costellazione di elementi centrali, in seguito alla facilità con cui questi trasmettono il loro stimolo ad altri, essa però non sparisce del tutto, e si manifesta invece per opera di un'altra costellazione di elementi centrali, nei quali lo stimolo trovi una resistenza sufficiente; dimodochè la riduzione dei processi psichici relativamente semplici all' automatismo incosciente è l a c o n d i z i o n e n e c e s s a r i a

dello sviluppo mentale; perchè da essa dipende la possibilità accordata allo stimolo di oltrepassare gli elementi che prima lo fermavano, e di comunicarsi ad altri; ed è soltanto a misura che la coscienza abbandona le associazioni d'ordine inferiore, ossia a misura che gli elementi resistenti imparano a trasmettere rapidamente lo stimolo, che altre associazioni, d'ordine superiore, possono occuparla. Il naturalista non potrebbe mai riconoscere a prima vista un animale od una pianta, se dovesse ogni volta avere una coscienza chiara di ogni loro carattere diagnostico; il matematico non potrebbe risolvere alcun problema, se dovesse ogni volta aver presente la tavola di moltiplicazione; l'uomo non imparerebbe mai a leggere, a scrivere, a parlare correntemente, se le relative operazioni non divenissero inconsapevoli, se al dettaglio non subentrasse l'insieme, se di sintesi in sintesi la sua mente non s'innalzasse senza posa ad astrazioni di più in più elevate. Sicchè il processo mentale conscio è la fase di transizione da una organizzazione cerebrale inferiore ad una organizzazione cerebrale superiore; esso esprime la novità, l'incertezza, l'esitanza, l'indecisione, l'imbarazzo, la difficoltà, la mancanza di esperienza, l'imperfezione delle associazioni, l'insufficiente prontezza e precisione nel trasmettere lo stimolo, la perdita di tempo nel produrre la reazione; esso prova che la funzione non ha ancora creato l'organo, che la fisiologia non è ancora diventata morfologia; e, non appena ciò ha luogo, esso sparisce; sì, ma non sparisce del tutto se non là dove l'esercizio rende il meccanismo perfetto, dove il lavoro d'incarnazione è compiuto, ed apparisce invece là dove questo lavoro principia,— perchè la coscienza accompagna sempre e necessariamente la disintegrazione profonda degli elementi centrali, lo scasso di nuove regioni cerebrali, ed ignora il resto.

Ecco quanto sembra essere sfuggito a Maudsley al momento in cui esso ammetteva la possibilità della sua macchina intellettuale, ed a Lewes al momento in cui esso s'indegnava di tal supposto. La riduzione dell'attività psichica ad un automatismo inconscio non sarebbe possibile che se l'evoluzione organica avesse un limite insuperabile, se tutto il lavoro richiesto per giungere a tale limite fosse stato compiuto, se la natura, esaurite le sue risorse, non potesse proseguire l'opera incominciata e fosse costretta a fermarsi definitivamente. Ma tutto ciò che sappiamo intorno all'evoluzione degli esseri viventi, ci dice al contrario che non possiamo assegnarle alcun limite, e quindi che la supposizione di Maudsley è altrettanto gratuita, quanto l'indignazione di Lewes: perchè anche se i processi psichici che oggi occupano la nostra coscienza, domani diventassero automatici, come quelli che la occupavano ieri, lungi dal perdere perciò ogni coscienza, noi avremmo una coscienza più viva che mai, soltanto il suo contenuto sarebbe un altro: essa non abbandonerà i processi che ora ci sembrano complessi e difficili, che allorquando essi ci parranno semplici e facili, ed allora essa accompagnerà l'acquisto di atti più complessi, la formazione di associazioni nuove, lo svolgimento di concetti più astratti, più elevati, essa assisterà all'elaborazione di nuovi elementi cerebro-psichici, di nuove cellule negli strati corticali, di nuovi strati sulle circonvoluzioni, di nuove circonvoluzioni sugli emisferi — e, chi sa, forse di nuovi organi encefalici, che si sovrapporranno agli emisferi stessi, come questi si sovrapposero, coll'andar dei tempi negli animali superiori, ai centri subalterni, divenuti insufficienti per disimpegnare le funzioni richieste da un adeguato adattamento interno alle condizioni esterne.

La natura si arresta necessariamente dove mancano le condizioni di un ulteriore sviluppo, ma essa procede altrettanto necessariamente dove tali condizioni sono presenti. Ecco perchè, da una parte, gli animali che noi chiamiamo inferiori, si son fermati nel progresso psichico: essi hanno compiuto tutto quanto lo sviluppo che era compatibile colla loro speciale organizzazione, e, più la corrispondenza nervo-psichica che essi rappresentano è semplice, più essi sono inintelligenti, incoscienti, automatici; ecco perchè, d'altra parte, di tutti gli animali che noi chiamiamo superiori, l'uomo solo ha potuto svilupparsi in un modo così sorprendente, che egli ha per lungo tempo dimenticato e rinnegato il vincolo di parentela che lo lega ad essi; essi hanno esaurito le possibilità offerte dalla loro organizzazione meno perfetta, e sono oramai condannati ad aggirarsi nella cerchia ristretta e monotona del loro automatismo più o meno completo; egli invece ha potuto varcare il limite fatale ed aprirsi infiniti orizzonti di acquisti nuovi, nei quali la sua intelligenza consapevole potrà esercitarsi in eterno, senza ridurlo mai allo stato di una macchina intellettuale; solo al patto di ammettere che vi è un limite assoluto al progresso psichico, che questo deve un giorno fermarsi irrevocabilmente; si può supporre che la coscienza abbandonerà di più in più l'attività cerebrale, e che questa prenderà a poco a poco il carattere istintivo, riflesso, automatico, meccanico.

Ma questo limite non può essere che quello che separa il conoscibile dall'inconoscibile. E chi avrà l'ardire di tracciarlo oggi?

Gli strati a Congerie e le marne compatte mioceniche dei dintorni di Ancona.

Memoria del Socio G. CAPELLINI

letta nella Seduta del 5 gennaio 1879.

Gli *strati a Congerie* scoperti in Toscana fino dal 1860 ([1]) e già nel 1868 confrontati con gli strati a Congerie e Cardî di Valacchia e di Crimea ([2]), cominciarono ad essere convenientemente apprezzati soltanto dopo che ne ebbi illustrati i fossili e precisati i rapporti stratigrafici, in basso con strati incontrastabilmente miocenici e in alto con le più antiche marne plioceniche.

I confronti che aveva istituiti fra gli strati a Congerie e Cardî di Valacchia e di Crimea e le marne gessose della valle del Marmolaio, di Limone presso Livorno e del Senigalliese ([3]), restavano tuttavia lettera morta allorchè Carlo Mayer nel decembre 1871 segnalava la esistenza degli strati a Congerie a Bollène nel bacino del Rodano; e la notizia della scoperta del professore di Zurigo si diffondeva rapidamente, senza che alcuno pensasse ai rapporti intimi fra le marne di Bollène in Francia e quelle con piccoli Cardî e Congerie scoperte undici anni prima in Toscana.

In seguito tenendosi conto soltanto della data delle più recenti mie pubblicazioni in proposito, la scoperta degli strati a Congerie nei dintorni di Castellina marittima fu erroneamente indicata come posteriore a quella fatta da Mayer a Bollène e fu già gran ventura che non si attribuisse ad altri ciò che per tanto tempo era stato dimenticato.

([1]) Capellini, *Notizie geologiche e paleontologiche sui gessi di Castellina marittima*. Nuovo Cimento, vol. XII. Pisa, 1860.

([2]) Capellini, *Giacimenti petroleiferi di Valacchia* ecc. Mem. dell'Accad. delle scienze dell' Istituto di Bologna, ser. 2ª tom. VII. Bologna, 1868.

([3]) Nel 1868 rendendo conto delle osservazioni fatte in Valacchia negli anni 1864 e 1865, scriveva:

Le sabbie e molasse di Bustinari e Podeni si identificano col *terreno terziario recente delle steppe di Crimea* del barone De Verneuil (*piano faluniano*, *pliocene superiore* di Abich) il cui tipo si trova a Kamioush-Bouroun. Questo terreno, a mio avviso, corrisponde a certi strati a piccoli Cardî, Dreissene e Neritine che nella valle del Marmolaio a Cerretello terminano superiormente la serie dei gessi di Castellina marittima; e poichè questi e le marne gessose di Limone presso Livorno corrispondono alle marne gessose del Senigalliese che altra volta ho considerato come riferibili al miocene superiore, altrettanto devo dire delle sabbie e molasse di Bustinari. Fra i piccoli Cardî raccolti a Cerretello vi si riscontrano certi tipi che ricordano le specie di Valacchia, Kertsch e Taman, e mi riservo a rilevarne i rapporti in altro lavoro; qui mi basta di ricordare che questi strati a Cerretello sono ricoperti dalle argille plioceniche (Capellini, Memoria cit. pag. 35, 36. Bologna, 1868).

Nel 1874 mentre si stampavano le ultime pagine della mia Memoria: *Sulla formazione gessosa dei dintorni di Castellina marittima*, giungeva in Bologna il dott. Teodoro Fuchs di Vienna. Dopo avere esaminate le collezioni che avevano servito di base al mio lavoro e conosciuto quanto avevo precedentemente pubblicato sullo stesso argomento, recatosi a visitare i luoghi già esplorati e descritti potè convincersi della corrispondenza degli strati a Congerie d'Italia con parte di quelli del mezzogiorno della Russia e, fra gli stranieri, fu il primo che rese conto della mia scoperta ([1]).

Dopo la citata Memoria sui gessi di Castellina e le prime notizie sugli strati a Congerie nei monti livornesi, pubblicate in quello stesso anno 1874, gli strati a Congerie di Bollène e quelli della Toscana furono messi a riscontro e se ne intravidero i rapporti e le differenze. Gli strati a Congerie, termine superiore della formazione gessosa in Toscana, furono riconosciuti subordinati alle più antiche marne plioceniche delle quali, fin da principio, aveva indicato alcuni fossili che valgono a caratterizzarle e fu agevole di prevedere i vantaggi che se ne sarebbero potuti derivare per coordinare, almeno in parte, i terreni terziarî dell'Austria-Ungheria con quelli del mezzogiorno della Russia, della Grecia, dell'Italia e del mezzogiorno della Francia.

Il giacimento delle marne a Congerie di Bollène restò finora senza altri esempî in Francia; ma in Italia questo orizzonte geologico, a poco a poco va acquistando importanza non minore di quella che già ha raggiunta nella geologia dei terreni terziarî dell'Austria-Ungheria e del mezzogiorno della Russia.

Più volte aveva avuto occasione di accennare la corrispondenza cronologica dei gessi della Toscana con taluni del Piemonte, della Liguria, dell'Emilia e delle Marche; quindi tostochè ebbi dimostrata la intima connessione degli strati a *Congeria simplex* con i gessi delle colline subapennine, avrei potuto tracciare rapidamente la continuazione di questo prezioso orizzonte geologico nei due versanti dell'Apennino e in Sicilia, senza darmi pensiero di ricercare se ovunque, insieme ai gessi, vi erano o no le marne od altre roccie con i fossili caratteristici.

Ma in fatto di correlazioni cronologiche, anche in limitate regioni, essendomi abituato a non tenermi pago fino a tanto che alla stratigrafia e alla litologia non mi riesca di far venire in aiuto anche la paleontologia, prima di aver trovato i fossili non affermai nettamente la esistenza degli strati a Congerie nel versante adriatico dell'Apennino e neppure azzardai di pronosticare che agli strati a Congerie della valle del Marmolaio dovessero corrispondere tutte quante le marne gessose dei monti livornesi.

Frattanto, applicando allo studio dei gessi della Toscana la lunga esperienza fatta nella esplorazione delle valli della Pescera, del Marmolaio e della Sterza, mi riesciva ben presto di rintracciare la continuazione degli strati a Congerie nelle valli della Fine, del Salvolano, dell'Era e della Cecina; per tacere dei dintorni di Siena (dei quali mi sono pur occupato appassionatamente da antica data), dintorni di s. Quirico, Val d'Orcia, Val di Chiana, Val di Bruna, ecc.

([1]) Fuchs Th. *Reisenotizen aus Italien.* Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien, 1874.

Ma dello sviluppo degli strati a Congerie in Toscana non intendo di fare oggi una rassegna, la quale del resto gioverebbe principalmente a coloro i quali invece di cercare nuovi campi da esplorare amano di raccogliere e spigolare ove altri con grandi fatiche riescirono a scoprire; soltanto ho creduto di dover ricordare la presenza degli strati a Congerie in parecchi altri luoghi, oltre la valle del Marmolaio, perchè fino ad oggi la maggior parte dei geologi che hanno fatto cenno della scoperta degli strati a Congerie in Italia, si sono riferiti quasi esclusivamente a quanto riguarda i dintorni di Castellina marittima ([1]), sebbene dopo il 1874 abbia già segnalato altri giacimenti fossiliferi di questo stesso piano, dei quali spero che ne sarà apprezzata la grande importanza appena potrò farne conoscere a fondo tutte le ricchezze paleontologiche.

Gli strati a Congerie nei loro rapporti con le marne compatte mioceniche.

Questi cenni hanno per fine di constatare che: la formazione gessoso-solfifera del versante settentrionale e orientale dell'Apennino non solo rappresenta complessivamente la formazione gessosa terziaria superiore della Toscana, ma che talune delle arenarie e marne gessose superiori dei due versanti dell'Apennino contengono eziandio i medesimi fossili.

Fino dalle prime investigazioni per ben precisare nel versante adriatico dell'Apennino quali strati potevano con sicurezza riferirsi all'orizzonte fossilifero con Congerie e piccoli Cardî della valle del Marmolaio, ebbi la fortuna di scoprire che gli strati a Congerie dei dintorni di Ancona, a una latitudine corrispondente a quella dei dintorni di Castellina marittima. presentano le stesse specie di Cardî, insieme alla caratteristica *Congeria simplex*. Le roccie e i fossili dei dintorni di Ancona che il Museo di Bologna deve a quell'infaticabile naturalista che fu Antonio Orsini di Ascoli, ed alcuni esemplari di *Lebias* avuti da un mio allievo, l'ingegnere Paolo Belvederi, da lungo tempo mi avevano invogliato di studiare le relazioni stratigrafiche fra il pliocene propriamente detto, sviluppatissimo nelle immediate vicinanze di Ancona, la formazione gessosa e le marne sabbiose compatte che costituiscono le balze o ripe pittoresche che si ammirano dal lato del mare, fra lo scoglio di s. Clemente e il così detto Trave.

Le *Annotazioni* del prof. Mantovani: *Sulla formazione geologica delle colline presso Ancona* ([2]), segnatamente la sezione geologica fra il Monte Conero e il Montagnolo, diversa alquanto da quella pubblicata fino dal 1857 dallo Scarabelli a corredo della *Carta geologica del Senigalliese e dell'Anconitano,* mi persuasero che una escursione in quei dintorni non sarebbe stata senza frutto per le mie ricerche sugli strati a Congerie nel versante adriatico dell'Apennino, già accennati in modo complessivo nelle mie pubblicazioni del 1874.

([1]) I miei lavori essendo in gran parte pubblicati in Bologna, le scoperte fatte nella valle del Marmolaio, da taluno furono riferite ai dintorni di Bologna!

([2]) Mantovani P. *Annotazioni sulla formazione geologica delle colline presso Ancona.* Roma, 1875.

Dopo la pubblicazione delle *Annotazioni* del prof. Mantovani, il dott. Eusebio Finocchi di Ancona avendomi procurato alcuni fossili di quei dintorni e per suo mezzo essendomi stati comunicati, per studio, i copiosi materiali che si conservano nel Gabinetto di storia naturale del R. Istituto tecnico, potei rendermi conto della esatta corrispondenza delle marne compatte delle ripe di Ancona con talune del Bolognese da me già riferite all'Elveziano e Langhiano, caratterizzate in parte dalla *Lucina Delbosi* e in parte dall'*Aturia Aturi*, dallo *Spatangus Paretii* e da altri fossili ordinariamente mal conservati.

Fra gli esemplari avuti dal dott. Finocchi v'erano pure alcuni saggi della molassa che costituisce quegli strati troncati a fior d'acqua che furono indicati col nome di Trave; e in essi avendo riconosciuto alcune impronte di Cardî speciali degli strati a Congerie mi fu agevole di indovinare quali rapporti dovevano esistere fra le molasse del Trave e i gessi dei dintorni di Ancona. E poichè nelle *Annotazioni* del prof. P. Mantovani non sono specificati i fossili delle molasse del Trave, che esso giudica inferiori ai gessi, sebbene nella sezione che accompagna quello scritto riesca impossibile di indovinarne i rapporti stratigrafici con le altre roccie, nell'agosto scorso (1878) mi decisi a fare la escursione da tanto tempo progettata.

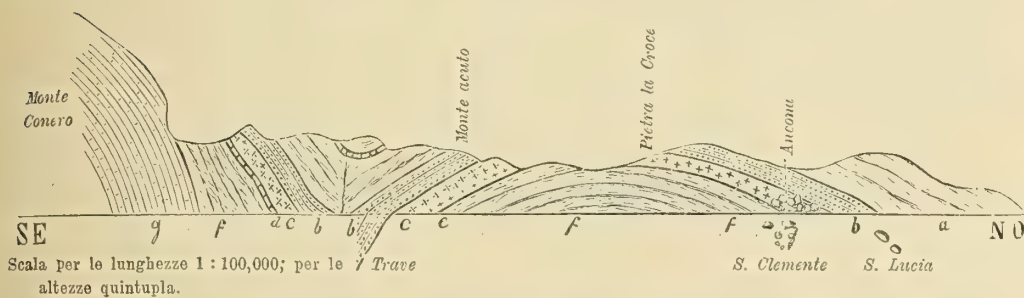
Recatomi quindi in Ancona, accompagnato dal prof. Paolucci, dall'ing. Fedrighini, dal dott. Finocchi e da altri egregi cultori di scienze naturali, escendo per porta Cavour, mi diressi a Monte Acuto per scendere da quella parte verso il Trave passando in prossimità delle più interessanti cave di gesso.

Desiderando, anzitutto, di rendermi conto preciso dei caratteri litologici e paleontologici dell'arenaria che termina superiormente la formazione gessosa, e che dal prof. Mantovani fu indicata col nome di *grès giallastro*, feci una prima fermata al fortino di Monte Acuto e in un taglio fatto per cavare uno dei fossi, a 210 metri sul livello del mare trovai la molassa giallastra ricca di limonite, in strati inclinati 42° verso ovest-ovest-sud. Per una potenza di circa venticinque metri, quegli strati di molassa abbondano di avanzi di molluschi i quali però assai difficilmente si possono liberare dalla roccia; cercando con attenzione ove essa era in parte disgregata, potei raccogliere parecchi esemplari di Congeria e di piccoli Cardî, i quali nulla hanno che fare col *Cardium edule* accennato dal prof. Mantovani come da esso raccolto nelle molasse soprastanti ai gessi ove non esiste [1]. Più ancora che nel fosso del forte, trovai numerosi e ben conservati esemplari dei citati fossili lungo la strada di Monte Acuto, ove la molassa messiniana è molto sviluppata, ed ivi potei arricchire la mia raccolta con parecchie specie di Cardî e altri molluschi caratteristici degli strati a Congerie.

Da Monte Acuto dirigendosi al mare per la cava detta del Boschetto, si può verificare che le molasse e le marne gessose superiori ai gessi ivi hanno una potenza di circa cinquanta metri, e i gessi che si trovano a 150 metri sul livello del mare coordinati stratigraficamente con le molasse scendono verso mezzogiorno per immergersi e ripiegarsi dal lato del Conero, dal quale la serie terziaria è disgiunta in parte per mezzo di una faglia, come fu egregiamente notato dallo Scarabelli.

[1] Mantovani, *Annotaz.* cit. pag. 13.

Scendendo al mare per le balze costituite dalle marne inferiori ai gessi, mi fu agevole di riconoscere distintamente che le molasse di Monte Acuto sovraincombenti ai gessi, anzi parte della stessa formazione gessosa, immergendosi in mare costituiscono il così detto Trave. Da che resulti questa apparenza degli strati, da antica data distinti col nome di Trave, già menzionati e descritti da parecchi naturalisti e più recentemente dal prof. Mantovani, è facile di indovinarlo quando si volga uno sguardo alla qui unita sezione, la quale mentre in gran parte si accorda con quella data dallo Scarabelli [1], differisce essenzialmente dall'altra pubblicata dal prof. Mantovani.

Sezione da Ancona al Conero

a Marne plioceniche. — *b* Molasse con Cardî e Congerie. — *c* Gessi e marne gessose. — *d* Calcare alla base dei gessi. — *e* Marne sarmatiane con fucoidi. — *f* Marne elveziane-langhiane. — *g* Calcare cretaceo,

Da Ancona al Conero, le marne compatte più antiche dalle quali resultano Monte Gardeto e Monte Marano, nonchè le ripe propriamente dette, costituiscono la parte centrale di una gran piega anticlinale, della quale la formazione gessosa e le molasse superiori ai gessi formerebbero gli strati più esterni, qualora non fosse intervenuta la denudazione.

Questi strati che in taluni luoghi, come a Monte Acuto, si trovano allo scoperto, altrove sono ricoperti concordantemente dalle marne plioceniche, come si osserva a nord-ovest della città fuori porta Pia; ovvero abrasi dalla denudazione lasciano allo scoperto le roccie inferiori come ho notato per Monte Gardeto e Monte Marano.

Da questa piega, denudata nella fronte che prospetta il mare, mentre ebbero origine le ripe scoscese prossime alla città e una parte delle balze che si trovano sotto Monte Acuto, provennero altresì quella specie di diga a fior d'acqua denominata Trave, lunga parecchie centinaia di metri, e più vicino alla città gli scogli di s. Clemente e quello di s. Lucia ora quasi completamente scomparso.

Le onde e gli agenti atmosferici minando la costa, le marne che costituiscono la porzione centrale sono lentamente travolte in mare, ridotte in melme ed asportate dalle correnti; però ove la denudazione si fa sopra marne più resistenti perchè più ricche di calcare, ovvero sui gessi e sulle molasse sovraincombenti allora gli strati

[1] Scarabelli e Massolongo, *Studî sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Senigalliese.* Imola, 1859.

che per opera delle frane furono troncati fino al livello del mare o poco sopra, perdurano lungamente in questo stato. Così avviene che noi vediamo la continuazione delle molasse di Monte Acuto protendersi in mare per quel tratto che corrisponde alla porzione che s'immerge verso sud-est; nel qual lato lo Scarabelli ha tracciato una piega sinclinale troncata in parte verso il Conero mediante una faglia.

Queste condizioni stratigrafiche, confermate dalla litologia e dalla paleontologia, rendono conto dell'andamento e orientazione degli strati del Trave, nonchè della posizione dei gessi che s'incontrano dal Conero ad Ancona, perfino sotto la città stessa; inoltre con queste vedute è facile di comprendere che lo scoglio di s. Lucia ripetendo la sua origine dalla continuazione degli strati superiori della stessa piega doveva necessariamente essere costituito dalle molasse del Trave e di Monte Acuto.

Per gli scogli di s. Clemente ho appena bisogno di far notare che essi derivano dalle marne compatte delle ripe che gli stanno di fronte e delle quali or ora enumererò i principali fossili per chiarirne le corrispondenze cronologiche.

Mentre gli strati a Congerie e le sottostanti roccie, dal lato del mare sono disposte come ho sopra accennato; verso l'Apennino, ossia in direzione opposta, si sviluppano grandemente e per un certo tratto immergendo verso ovest-ovest-sud danno luogo a una grande piega sinclinale allineata da nord-ovest a sud-est entro la quale sono depositate le roccie plioceniche che si coordinano con quelle del Montagnolo e delle immediate vicinanze della città, come ho già notato poc'anzi.

Esposto così, compendiatamente, quanto può bastare a fare apprezzare i rapporti stratigrafici delle molasse a Cardî e Congerie dei dintorni di Ancona e dimostrato che il Trave non è altro che la continuazione degli stessi strati a Congerie, prima di farne conoscere i fossili dirò ancora due parole intorno alle marne compatte delle ripe.

Queste marne più o meno chiare, ma d'ordinario di colore grigio cenerognolo, sono altresì più o meno compatte e talvolta passano a vera molassa, come avviene per le marne di Jano, s. Leo, Luminaso, Chiusa di Casalecchio, Paderno ecc. nel Bolognese, con le quali corrispondono esattamente non solo pei caratteri litologici ma eziandio per i rapporti stratigrafici e pei fossili.

Lo Scarabelli, il De Bosis ed altri riferirono all'eocene ed al cretaceo le marne compatte (molasse marnose di alcuni geologi) di Monte Gardeto, Monte Marano, Pietra-la-Croce e le distinsero coi nomi di *calcare tenero argilloso, calcare impuro bigio chiaro, ecc.* ([1]).

Questo errore forse ebbe origine dall'aver trovato quasi immediatamente sotto i gessi alcune marne ricche di fucoidi per le quali si venne a supporre che rappresentassero le marne e il calcare a fucoidi dell'eocene; per conseguenza si ritenne che, almeno in parte, dovessero essere cretacee le roccie che si trovavano più inferiormente, e senza esitazione furono comparate e confuse con le roccie cretacee del Veneto. Ma i fossili dei quali si conservano importanti collezioni nel Museo di storia naturale dell'Istituto tecnico di Ancona e nel R. Museo geologico di Bologna, provano tutto il contrario e giustamente il prof. P. Mantovani, giudicando da quanto

([1]) Scarabelli e Massalongo, op. cit. — De Bosis, *Ancona e dintorni. Cenni di storia naturale.* Ancona, 1860.

potè raccogliere nella collina dei cappuccini, sopra la darsena e altrove, riferì al miocene le marne indurate che costituiscono le ripe comprese fra il Duomo e il Trave [1].

Mentre le marne compatte, fin qui ricordate, litologicamente corrispondono a quelle della Chiusa di Casalecchio e di s. Leo presso il Sasso, non è possibile di differenziarle neppure per i resti di molluschi fossili i quali in entrambi i giacimenti sono compressi, deformati e spesso ridotti a poco più che semplici modelli.

Ed ora, senza dilungarmi maggiormente intorno ai caratteri litologici e stratigrafici di queste marne che in complesso vanno riferite al miocene superiore e medio, nel qui unito quadro ne accennerò subito i principali fossili, con le indicazioni delle diverse località speciali dalle quali provengono gli esemplari studiati.

CATALOGO DEI FOSSILI DELLE MARNE COMPATTE MIOCENICHE DEI DINTORNI DI ANCONA.	Rupe Pietra alla Croce	Monte Gardeto	Monte Marano	Ripe del Passetto	Ripe della Gallina	Duomo	Ripe della Darsena
Nautilus Aturi, Bast.	...	+	...	...	+	+	+
Nassa sp.	+	...	...	...	...	...	...
Cassidaria sp.	...	+	+	...	+	...	+
Conus sp.	...	+	...	...	...	...	...
Scalaria lamellosa, Br.	...	+	...	...	+	...	...
Trochus patulus? Br.	...	+	...	...	...	...	...
Teredo sp.	...	+	...	...	+	...	...
Anatina Fuchsi? R. Hoernes	...	...	+	...	...	...	...
Thracia papyracea, Poli	...	+	...	...	...	...	...
Th. sp.	...	+	...	...	...	...	...
Corbula sp.	...	...	...	...	...	+	...
Solen sp.	...	+	...	...	...	...	...
Tellina sp.	...	...	+	...	...	...	+
Psammobia feroensis, L.	+	+	...	...	...	...	+
Mactra sp.	...	+	...	...	...	...	...
Cryptodon subangulatus, R. H.	+	+	...	...	...	...	...
Cardium fragile? Br.	...	...	+	...	...	...	+
Limopsis aurita, Sassi.	...	...	...	...	+	...	...
Nucula sp.	...	...	...	...	+	...	...
Solenomya Doderleini, Mayer	...	...	+	...	...	+	...
S. var. subquadrata, Foresti.	...	...	+	...	...	...	...
Modiola sp.	...	+	...	...	...	...	...
Ostrea cochlear, Poli	...	+	...	+	...	...	...
O. crassissima.	...	+	...	...	...	...	...
Pecten denudatus, Reuss.	...	+	...	...	...	...	...
P. sp. aff. *P. retiolum*, Ponzi	+	...	...	...	...	...	...
Ceratocyatus sp.	+	+	...	...	...	+	+
Flabellum sp. aff. *F. Vaticani*, Ponzi	+	+	...	...	...	...	...
F. sp.	+	...	...	...	...	...	...
Spatangus Paretii, Agass.	...	...	...	+	...	...	...
S. ocellatus, Defr.	...	...	...	+	...	...	+
Carcharodon megalodon, Agass.	...	...	...	...	...	...	+
Monatherium sp. (nelle ripe del Trave).							

[1] Mantovani Paolo, *Annotazioni* ecc. pag. 5 e seg.

Questi fossili si trovano concentrati in alcuni punti e sono poi, in generale, scarsissimi e mancano quasi totalmente per grandi tratti. Le foraminifere sono più o meno ovunque abbondantissime; ma di esse non mi sono finora occupato.

Non ho bisogno di insistere che per i resti degli invertebrati riescono evidenti i rapporti delle marne compatte mioceniche di Ancona non solo con le ricordate marne del Bolognese, ma eziandio con le analoghe del Piemonte, con le molasse marnose mioceniche del Modenese e del Reggiano e con quelle marne compatte grossolane che nell' alta Austria sono indicate col nome provinciale di *Schlier* (Schlier di Ottnang). Anche le marne di Wielicska, le marne compatte di Odeasca e Valeni de munte in Valacchia [1], talune marne mioceniche di Ungheria e in parte almeno perfino le *marne di Boom* nel Belgio, potrebbero, sotto aspetti diversi, essere utilmente comparate con queste nostre.

Il fatto più notevole pel paleontologo che studia i fossili di queste marne compatte, calcari marnosi, molasse marnose (secondo le diverse varietà che presentano nelle diverse località) è il miscuglio di specie relativamente recenti e perfino attuali con tipi che si crederebbero cretacei. Questo fatto degno della maggiore attenzione si rivela specialmente negli *echinodermi* e lo studio che il dott. A. Manzoni ha intrapreso di quelli che da qualche anno va raccogliendo nel Bolognese e nel Modenese, riescirà sommamente interessante.

Lo Scarabelli riferì all'*Ostrea vescicularis* della creta la specie che nel catalogo precedente è indicata come *Ostrea cochlear* e che aveva indotto in errore anche il Pilla; probabilmente anche l'echino raccolto alle falde del monte dei cappuccini e dallo Scarabelli indicato come un *Ananchites ovata*, sarà stato uno di quegli echini che, senza essere cretacei, ricordano i tipi caratteristici di questa formazione.

Per quali ragioni nel maggior numero dei casi io ritenga impossibile di separare dall'Elveziano le marne compatte e molasse marnose langhiane caratterizzate da *Nautilus Aturi, Pecten denudatus, Solenomya Doderleini,* sarà discusso a fondo in altra circostanza; per ora mi limiterò a notare che questa difficoltà pratica, oltre che dai caratteri litologici è avvalorata dalla concomitanza del *Nautilus Aturi* con la *Lucina Delbosi* o *Lucina apenninica* o *Lucina pomum* ecc. la quale finora si ritiene come il fossile più importante dell'Elveziano [2].

I rapporti stratigrafici delle marne a fucoidi delle ripe di Ancona sono esattamente quali li ha indicati anche lo Scarabelli; ma poichè queste marne sono superiori alle marne compatte con fossili del miocene medio e sottostanti alla formazione gessoso-solfifera, come ho potuto verificare nelle ripe del Trave, in alcun modo non potrebbero essere eoceniche come era stato supposto; ma tutt'al più dovrebbero ritenersi come Elveziano superiore, o meglio ancora Tortoniano, per servirmi delle divisioni proposte da Mayer e Pareto per i più recenti piani del terziario medio.

In queste marne ritengo che debbansi trovare fossili importanti e già vi ho riscontrato un piccolo pettine che reputo identico al *P. exilis*, Eichw.; inoltre vi hanno avanzi di echinodermi e precisamente radioli di *Psammechinus?* identici a quelli

[1] Capellini, *Giacimenti petrolciferi* ecc. pag. 19, Bologna, 1868.

[2] Questo fatto si è verificato a Montardone: l'esemplare è nella collez. del fu prof. Bianconi.

che ho trovato nelle marne a *Ervilia podolica* e altri fossili decisamente sarmatiani, alla base dei tripoli del Gabbro in Toscana.

E poichè ho accennato particolarmente alcuni fossili delle marne con fucoidi; sebbene oggi non intenda di intrattenermi a discutere intorno ai fossili delle marne compatte mioceniche anconitane, credo però interessante di attirare l'attenzione dei geologi e dei paleontologi su alcuni avanzi di foca raccolti nelle ripe del Trave.

In occasione della mia gita in Ancona, il prof. L. Paolucci mi fece vedere alcune ossa mal conservate state raccolte nelle ripe del Trave fino dall'ottobre 1876. Il sig. prof. Paolucci vedendo che quei resti mi interessavano in modo particolare ebbe l'estrema gentilezza di offrirmeli in dono, sicchè avendo potuto liberamente disimpegnarli dalla roccia marnosa indurata e dalle concrezioni di pirite nelle quali si trovavano incastonati, mi fu agevole di riconoscere in essi gli avanzi di una foca probabilmente identica ad una di quelle illustrate recentemente dal prof. Van Beneden fra i fossili di Anversa (1).

Nella Tav. III fig. 1-4 sono rappresentati tre corpi di vertebre i quali, sebbene ridotti in cattivo stato, bastano per provare che nelle marne compatte delle ripe anconitane si trovano resti di quegli stessi talassoteriani che lasciarono avanzi copiosi nei terreni miocenici e pliocenici del bacino di Anversa, del mezzogiorno della Russia e del bacino di Vienna. Per la forma generale e per gli altri caratteri principali dei corpi delle vertebre che provengono dalle marne compatte, non resta alcun dubbio intorno al doverle riferire ad una foca, la quale doveva essere poco diversa da quella che trovasi anche attualmente nel mar Nero e nell'Adriatico ed è conosciuta col nome di *Pelagius monacus*.

Il prof. Van Beneden, con resti di foche provenienti dalle sabbie verdi, porzione superiore delle sabbie nere mioceniche del bacino di Anversa, ha fondato il genere *Monatherium* il quale è specialmente rimarchevole per la lunghezza dei corpi delle vertebre tagliate in sbieco, appunto come quelle rappresentate nelle fig. 1-3 Tav. III. Basta volgere uno sguardo alla fig. 2 pl. 16 tom. I della splendida opera del Van Beneden sulle ossa fossili di Anversa, per convincersi della grandissima somiglianza fra la 1ª vertebra lombare del *Monatherium Delognii* e quella proveniente dalle ripe del Trave e rappresentata nella Tav. III fig. 1. Che le tre vertebre figurate spettino al genere *Monatherium* e che dippiù siano tutte e tre riferibili alla regione lombare dell'animale, ciò è quanto ritengo di poter affermare con certezza; per ora non azzardo con avanzi così incompleti nè di precisare a quali delle vertebre lombari sieno da riportarsi, nè se veramente si tratti del *Monatherium Delognii* ovvero di altra specie. Se, peraltro, si vuol tener conto delle dimensioni (e in certi casi bisogna tener conto anche di queste) è assai probabile che la foca delle ripe del Trave spetti alla stessa grande specie che il Van Beneden giudicò avere avuto circa le dimensioni della *Phoca barbata*, ossia della più grande fra le foche viventi, dopo la morsa (*Trichechus rosmarus*) e la cistifora o foca a cappuccio (*Cystiphora cristata*).

(1) Van Beneden P. I. *Description des ossements fossiles des environs d'Anvers.* 1re partie. *Pinnipèdes et Amphithériens.* Bruxelles, 1877.

Ciò che vi ha di ben importante a notare si è che in Belgio il genere *Monatherium* è esclusivo delle sabbie verdi o porzione superiore delle sabbie nere e con esso si trovano un genere speciale di Misticeti (*Heterocetus*) ed il *Carcharodon megalodon* il quale si incontra altresì nelle sottostanti sabbie nere ([1]).

Nel Belgio al disotto delle sabbie nere vi ha l'argilla o marna di *Boom* con *Aturia Aturi* ed altri fossili come nelle marne compatte più profonde dell'Anconitano, del Bolognese ecc. già sopra ricordate, e per conseguenza nel versante adriatico dell'Apennino con una stessa forma litologica e senza orizzonti stratigrafici ben distinti, abbiamo la stessa serie cronologica che si riscontra nel Belgio; cominciando in basso con le marne compatte a *Aturia* e *Spatangus Paretii,* passando quindi alle marne elveziane propriamente dette con *Lucina Delbosii* e tuttavia qualche *Aturia* (a Montardone nel Modenese), poscia arrivando alle marne che rappresentano il Sarmatiano e contengono ancora *Carcharodon megalodon* mentre sono caratterizzate dagli *Heterocetus* dei quali furono trovati avanzi nel Bolognese alla Torre di Monte Lungo presso Musiano. A questa serie fanno seguito superiormente gli strati a Congerie ben caratterizzati, mentre in Belgio si passa subito al *Crag grigio*.

Sarà sommamente interessante se fra noi si riescirà a raccogliere in posto alcuni di questi avanzi di talassoteriani delle sabbie nere e delle sabbie verdi pei quali si potranno precisare i veri limiti dei diversi piani del miocene e la distinzione fra questo e il pliocene propriamente detto; frattanto prima di lasciare l'argomento delle foche fossili aggiungerò che in Italia sono abbastanza frequenti i resti di foca nel pliocene della Toscana, e bellissimi avanzi di *Pristiphoca occitana* si ammirano nella privata collezione del cav. Roberto Lawley a Montecchio provenienti dai dintorni di Orciano. Il Museo di Firenze e il Museo di Bologna posseggono avanzi di foche plioceniche pure raccolti nella valle della Fine in Toscana, e nel Museo di Napoli si ammira il bellissimo cranio quasi completo di foca, *Phoca Gaudini,* illustrato dal prof. Guiscardi e proveniente da Roccamurice nel Chietino alle falde della Majella nel versante adriatico dell'Apennino.

I resti trovati nelle ripe del Trave, oltre ad accrescere la scarsa lista dei giacimenti di foche fossili, hanno pure grande importanza perchè, per ora, sono i più antichi resti di questi animali scoperti in Italia e inoltre ci confermano che non tutte le marne compatte, inferiori alla formazione gessoso-solfifera nel versante dell'Adriatico, sono così antiche come taluno avrebbe voluto farle, ma che una parte di esse corrisponde perfino alle sabbie verdi porzione superiore delle sabbie nere del Belgio (Sarmatiano inferiore?).

Ed ora tornando alla formazione gessoso-solfifera anconitana, dirò brevemente che essa non differisce dalla formazione gessosa terziaria della Toscana, poichè non solo contiene i medesimi fossili, ma in gran parte corrispondono ancora i caratteri litologici ([2]). I *Lebias* e le larve di *Libellula* sono abbondanti nelle marne gessose

([1]) Mourlon, *Sur le classement stratigraphique des phoques fossiles recuillis dans les terrains d'Anvers.* Bull. de l'Acad. R. de Belgique, 2e sér. t. XLIII, 1877.

([2]) Negli strati gessosi che costituiscono la porzione più profonda della formazione, si trovano *noccioli di solfo* spesso compenetrati da cristalli di selenite; alla base dei gessi vi ha vero calcare solfifero e inferiormente una roccia marnosa al posto dei veri tripoli.

superiori e intercalate coi gessi, e spesso se ne hanno parecchi esemplari in un solo frammento di roccia marnoso-gessosa sottilmente stratificata, come si verifica in Toscana, in Sicilia e nel Bolognese; per questo meritano di essere ricordate le cave di gesso delle vicinanze del Trave. Le filliti meriterebbero di essere ricercate con cura, e molto vi sarebbe da aggiungere a quanto già si conosce pei lavori di Procaccini e di Massalongo.

Le roccie che terminano superiormente la formazione gessoso-solfifera anconitana differiscono alquanto da quelle che ad esse corrispondono nella valle del Marmolaio, ma non sono senza qualche analogia con una parte degli strati a Congerie del versante orientale dei monti livornesi (1).

Ma di questo piano che forma l'oggetto principale del presente lavoro avendo ormai detto a sufficienza, passo senz'altro alla descrizione dei diversi fossili che vi ho raccolto e che ho creduto interessante di figurare in gran parte, per facilitare i confronti e le ulteriori scoperte intorno ai fossili degli strati a Congerie che in Italia sono molto estesamente sviluppati, sebbene soltanto da pochi anni mi sia riuscito di attirare su di essi l'attenzione di coloro che si interessano della geologia dei terreni terziarî (2).

Molluschi fossili degli strati a Congerie di Monte Acuto e del Trave.

Gen. Melanopsis, Lam.

Melanopsis sp.

Riferisco al genere *Melanopsis* due esemplari raccolti nella molassa giallastra compatta di Monte Acuto i quali per vero dire sono in così cattivo stato da non potere azzardare di determinarne la specie; quantunque per la forma e per le dimensioni si possa sospettare che la *Melanopsis* degli strati a Congerie dei dintorni di Ancona sia la *Melanopsis Bonellii* di Sismonda (*M. Narzolina,* Bon.).

Gen. Bithynia, Gray

Bithynia rubens, Menke.

Di questa conchiglia che il dott. T. Fuchs raccolse in copia a Livonates presso Talandi, per ora posseggo un solo esemplare intero che però corrisponde perfettamente

(1) Oltre le numerose impronte di foglie, nelle marne gessose anconitane si trovano tronchi di vegetali silicizzati corrispondenti a quelli che si trovano nella formazione gessoso-solfifera della Romagna e del Bolognese.

(2) Avendo chiesto al sig. ingegnere E. Niccoli alcune notizie sulla potenza media della formazione gessoso-solfifera del distretto minerario di Ancona, ecco quanto mi rispondeva in data 24 decembre 1878:

« La media della potenza della formazione gessoso-solfifera, desunta dalle osservazioni fatte in « 15 località di Romagna e 35 località delle Marche, è la seguente:

in Romagna	met.	40
nelle Marche	»	20
media generale	»	30

« In realtà questa media generale risulterebbe di 27 metri, atteso il numero preponderante di località « marchigiane in cui si riscontra una piccola potenza di 3 a 10 metri; ma si possono ritenere i « 30 metri come cifra media dell'intiera zona gessoso-solfifera. La potenza oscilla fra un *maximum* « di 97 met. (Polenta nelle Romagne) ed un *minimum* di 3 met. (Paguccolo nelle Marche) ».

alla figura data dal Fuchs (Fuchs Th. *Studien über die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands,* tab. V fig. 32-34. Wien, 1877).

Gen. CONGERIA, Partsch.

Congeria simplex, Barb.

Tav. I fig. 1-4.

Barbot de Marny, *Geologia del Governatorato di Kherson*, pag. 159 tav. I fig. 9-12. Pietroburgo, 1869.

Questa specie, la più abbondante fra le Congerie delle molasse di Monte Acuto e del Trave, fu descritta per la prima volta da Barbot de Marny fra i fossili del mezzogiorno della Russia. Il dott. T. Fuchs riscontrò la *Congeria simplex* dapprima nel calcare sabbioso di Radmanest nel Banato e poscia a Trakones in Grecia. Nella Memoria *sulla formazione gessosa di Castellina marittima* indicai la *Congeria simplex* come caratteristica delle marne con piccoli Cardî della Farsica nella valle del Marmolaio. Questa conchiglia mediante la forma allungata e anteriormente appuntata si distingue dalle specie affini con le quali talvolta si trova associata.

Alla Farsica presso Castellina marittima, dal 1860 al 1874 raccolsi in quantità i modelli interni di questo piccolo fossile convertiti in limonite; in seguito avendo scoperto altri giacimenti fossiliferi dello stesso piano, nei monti livornesi, vi trovai la *Congeria simplex* col guscio ben conservato.

Nel versante adriatico dell'Apennino per quanto è a mia cognizione oggi per la prima volta viene segnalata la presenza di questo fossile frequente nelle molasse di Monte Acuto e del Trave.

La fig. 2 Tav. I rappresenta uno degli esemplari di Monte Acuto in grandezza naturale e la fig. 1 della stessa tavola ce lo mostra ingrandito due volte.

Le fig. 3 e 4 furono disegnate con una valva di *Congeria simplex* delle marne di Bollène, la quale mentre fa vedere che niuna differenza esiste fra gli esemplari della valle del Rodano e quelli dei dintorni di Ancona, ci permette di apprezzare le disposizioni delle fossette ligamentari, del setto e delle impronte muscolari.

Il prof C. Mayer non ricorda la *Congeria simplex* fra i fossili di Bollène ove però si trova piuttosto abbondante; se infatti qualche dubbio poteva sussistere, valgano a toglierlo le figure 3 e 4 per le quali mi sono giovato di esemplari di Bollène avuti dal dott. Fontannes. Probabilmente la *Congeria Michaudi* che il Mayer descrive come specie nuova fra i fossili di Bollène, non è altro che la *C. simplex* di Barbot de Marny (Mayer Ch. *Découverte des couches à Congéries dans le bassin du Rhône.* Vierteljahrsschrift d. Naturf. Gesell. in Zurich, 1871).

In alcuni frammenti di roccia questo fossile è così abbondante come nel calcare di Odessa col quale, stando all'apparenza, si potrebbero confondere alcuni esemplari della molassa giallastra di Monte Acuto.

Gli esemplari sono lunghi mm. 8-10 e larghi mm. 4-5.

Congeria amigdaloides, Dunker.

Tav. I fig. 5-8.

Insieme agli esemplari di *C. simplex* trovansene alcuni che vanno distinti per la forma meno allungata, più ovale e più turgida. Le fig. 6, 7 sono gl'ingrandimenti degli esemplari fig. 5-8 raccolti a Monte Acuto e riferiti alla specie di Dunker dietro confronti colle figure date dal Fuchs per gli esemplari di Grecia (Fuchs Th.

Studien über die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands, pag. 6 Tab. I fig. 8. Wien, 1877.

Di questa specie ho trovato parecchi esemplari anche fra i fossili del Trave e mi nasce il sospetto che ad essa debbano altresì riferirsi taluni esemplari di Bollène; ovvero che gli esemplari degli strati a Congerie dell'istmo di Corinto e quelli dei dintorni di Ancona si abbiano a identificare con quella specie del bacino del Rodano che per la forma ricorda la *Congeria inaequivalvis* di Crimea ed è registrata col nome di *Congeria latiuscula*, Mayer.

Lunghezza mm. 9
Larghezza » 6

Congeria clavaeformis, Krauss.

Tav. I fig. 9, 10.

Krauss Ferd. *Die Mollusken des Tertiär-Formation von Kirchberg an der Iller*. Würtemb. Naturwiss. pag. 146 tav. III fig. 4. Stuttgart, 1852.

Fra le Congerie anconitane non manca il tipo di quella che abbondantissima nei dintorni di Ulm fu raccolta dal dott. Fuchs a Kalamaki (Fuchs Th. *Studien über die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands* etc. pag. 26 Tab. III fig. 44, 45). Questa specie che si trova fra i fossili del Trave è la meno frequente, ma è facile riconoscerla atteso la forma eminentemente caratteristica.

Gen. Cardium, Linn.

Cardium Odessae, Barbot.

Tav. I fig. 11.

Barbot de Marny, op. cit. pag. 155 tav. I fig. 8. — Capellini, *La formazione gessosa di Castellina marittima*, pag. 71 tav. VIII fig. 17, 18.

Avendo raccolto molti esemplari di questo piccolo Cardio anche in Toscana, posteriormente alla pubblicazione della Memoria citata, ritenendo buone le figure date altra volta devo invece aggiungere qualche cosa intorno ai rapporti che si potrebbero cercare fra il *Cardium Odessae* e altre specie. Infatti, mentre è innegabile che taluni esemplari hanno rapporti con il *C. plicatum*, ed anche col *C. intermedium*, Eichw., bisogna convenire che tanto per la forma quanto per il numero delle coste che sono da undici a dodici il *C. Odessae* ricorda assai più il *C. squamulosum*, Desh. dal quale si potrebbe dire che in realtà differisce soltanto per le dimensioni. (Deshayes, *Description des coquilles fossiles recueillies en Crimée par M. de Verneuil.* Mém. de la Société géologique de France, sér. 1re tom. III pag. 48 pl. 1 fig. 14, 15. Paris, 1838).

Gli esemplari raccolti a Monte Acuto e taluni provenienti dal Trave non mi lasciano dubbio alcuno sulla esatta loro corrispondenza con la specie citata e mentre ho potuto istituire confronti fra essi e i piccoli esemplari della Farsica nella valle del Marmolaio, recentemente ho trovato in questa seconda località impronte di esemplari i quali anche per le dimensioni corrispondono al *C. squamulosum* di Crimea.

Rudolfo Hoernes in un interessante lavoro pubblicato a Vienna nello stesso anno in cui a Bologna si pubblicava la mia Memoria sui gessi di Castellina marittima, parlando del *C. squamulosum*, Desh. di Kamioush-Bouroun, egli pure avvertiva i rapporti di questa specie con il *C. plicatum*, Eichw., notando altresì che si avvicinava

moltissimo al *C. scabriusculum* e al *C. secans* descritti da Fuchs fra i fossili di Radmanest (Vedi Hoernes R. *Tertiär Studien.* Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, vol. XXIV pag. 59, 60 Tav. III fig. 2. Wien, 1874. — Fuchs Th. *Beitrage zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen von Radmanest in Banate.* Jahrbuch etc. vol. XX tab. XV fig. 22-25, 29-31. Wien, 1870).

Nel lavoro su Castellina marittima aveva avvertito che nelle figure 17 e 18, Tav. VIII, erano rappresentati gli estremi delle forme del *C. Odessae*, B., considerando di poter riunire sotto questo nome alcuni esemplari che prima aveva distinti col nome di *Cardium pseudoplicatum;* oggi però sono disposto a ritenere come *Cardium Odessae* soltanto quelli del vero tipo *C. squamulosum,* riconoscendo nelle altre forme i passaggi a tipi specifici diversi, come si vedrà in seguito.

L'esemplare di Monte Acuto rappresentato in grandezza doppia del vero, fig. 11 Tav. I, ha quattordici coste ed offre le seguenti dimensioni che sono pure quelle degli esemplari provenienti dal Trave.

Lunghezza mm. 10,5
Larghezza » 11

Interessa notare che il vero *C. squamulosum* appartiene agli strati a Congeria propriamente detti; ossia strati superiori a Congeria; mentre in generale i piccoli Cardî della Toscana e delle Marche rappresentano piuttosto la porzione inferiore degli strati stessi.

Cardium Abichi, Hoernes.

Tav. I fig. 12.

R. Hoernes, *Tertiär Studien,* pag. 53 tab. III fig. 7-10. Jahrbuch ecc. Wien, 1874.

Conchiglia ovale, inequilaterale, allungata posteriormente, con dieci o undici coste acute, delle quali otto principali e più marcate raggianti inegualmente, separate da larghi interstizî piani appena striati; l'ottava costa posteriore costituisce quasi una specie di carena, l'angolo apiciale è molto ottuso. La fig. 12, grande due volte il vero, rappresenta un esemplare col guscio così sciupato da restarne poco più del modello. Questo esemplare che ha quasi le stesse dimensioni di quelli rappresentati da Hoernes nelle fig. 9 e 10, Tav. III Mem. citata, presenta tuttavia traccia delle ultime coste poco appariscenti del lato posteriore menzionate pure dall'Hoernes benchè non rappresentate in alcuna delle figure degli esemplari di Taman. L'esemplare figurato è lungo mm. 6, 5 e largo mm. 12,5; esso proviene da Monte Acuto ove ho trovato altresì esemplari del vero *Cardium plicatum* al quale (come benissimo osserva R. Hoernes) il *C. Abichi* passa insensibilmente per mezzo di varietà dipendenti dalla forma meno inequilaterale e dal numero delle coste.

Cardium Abichi, R. Hoernes — Var. *C. anconaetanum,* Cap.

Tav. I fig. 13.

Alcuni dei piccoli Cardî del Trave che per la forma corrispondono abbastanza a quella del *C. Abichi,* ne differiscono per il numero e modo di distribuzione delle coste, come si può rilevare direttamente dalla ispezione delle relative figure 12 e 13.

Le coste che nel *C. Abichi* tipico sono 10 e raramente 12, nella varietà del Trave arrivano a 14 e 15, sono meno acute e più fitte nella porzione mediana della conchiglia, ove invece sono assai rade nel vero *C. Abichi.* Si può aggiungere che vi

ha pure minore proporzione fra la lunghezza e la larghezza essendo gli esemplari della varietà anconitana meno larghi e proporzionatamente più lunghi di quelli che ho riferiti al vero *C. Abichi,* forse da identificare col *C. decemcostatum* di Abich.

Anche Hoernes figlio, nella citata Memoria (*Tertiär Studien*) parla della grande variabilità del *C. Abichi,* tanto pel numero quanto per la forma delle coste ed io aggiungerei anche per la forma della conchiglia; è per mezzo di queste varietà che si costituisce un vero passaggio dal *C. Abichi* al *C. plicatum.*

La fig. 14 Tav. I rappresenta riuniti sopra uno stesso esemplare di molassa del Trave parecchi di questi graziosi piccoli Cardî in compagnia della *Congeria simplex.*

Cardium plicatum, Eichw. var.

Tav. I fig. 15.

Eichwald, *Lethaea rossica*, vol. III pag. 96 tav. IV fig. 20. Stuttgart, 1852.

Quando si confrontano alcuni degli esemplari di Monte Acuto con le figure date da R. Hoernes, *Tertiär Studien,* Tab. III fig. 11, 12, non si può a meno di riconoscerne la identità con quelli di Thallern.

Secondo Eichwald il *C. plicatum* dovrebbe avere 15-16 coste, mentre gli esemplari di Thallern e quelli di Monte Acuto hanno soltanto dieci coste.

Potrei aggiungere che nel modo di distribuirsi di esse coste sulla superficie della conchiglia, si nota qualche differenza col *C. Abichi* e mentre in quello la inequilateralità è molto marcata e le coste più lunghe si trovano posteriormente, negli esemplari che riferisco a una varietà dal *C. plicatum* le coste hanno un portamento che ricorda quello del *Cardium decorum,* F. (Fuchs Th. *Beitrage zur Kenn. fossiler Binnenfaunen von Radmanest in Banate.* Jahrb. ecc. vol. XX Tab. XV fig. 12-14).

L'esemplare figurato è lungo mm. 7,5, largo mm. 12 e per la forma si avvicina assai agli esemplari tipici della specie. Ritengo che potendo disporre di molti esemplari si riescirebbe a trovare un graduato passaggio dal *C. plicatum* tipo al *C. Odessae* per mezzo di un numero di varietà ancora maggiore di quelle che altra volta compresi fra i due estremi del *C. plicatum* della Toscana. Negli strati a Congerie della Toscana e delle Marche si troverebbero così riuniti i tipi che dal Sarmatiano arrivano agli strati superiori a Congerie, compresi quelli degli strati a *Valenciennesia* che stanno fra i due e che forse meglio degli altri rappresentano il vero piano corrispondente ai nostri strati a Congerie in rapporto con la porzione superiore della formazione gessoso-solfifera. Un piccolo Cardio di Bollène che dal dott. Fontannes mi fu spedito col nome di *Cardium Partschi,* Mayer rappresenterebbe uno dei tipi intermedî fra il vero *C. plicatum* e il *C. Odessae* [1].

Cardium Fuchsii, Cap.

Tav. I fig. 16.

Capellini, *Sulla formazione gessosa di Castellina marittima* ecc., pag. 70 tav. VIII fig. 15, 16.

Fra i piccoli Cardî del Trave ve ne hanno alcuni i quali, mentre corrispondono agli esemplari della Farsica distinti col nome di *C. Fuchsii,* offrono strette analogie con il *C. plicatum* di cui potrebbero essere semplici varietà. Uno di questi esemplari,

[1] Mayer, *Couches à Cong. dans le bassin du Rhône*, pag. 16.

ingrandito due volte, è rappresentato dalla fig. 16 Tav. I e in esso si contano 13 coste le quali sono ripartite con una certa eguaglianza su tutta la superficie della conchiglia.

Il Dr. Neumayr nel 1875 ha distinto col nome di *Cardium Fuchsii* una nuova forma di Cardio proveniente da Elöpatak presso Köpecz, e dice che per la forma s'avvicina al *C. Riegli* e per le coste somiglia al *C. Abichi.* Questo Cardio non ha dunque che fare con quelli da noi trovati precedentemente in Italia. (F. Herbich u Dr. M. Neumayr. *Süsswasserablagerungen in sudöstlichen Siebenbürgen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reich. Wien 1875.

Cardium Castellinense, Cap.

Tav. I fig. 17.

Capellini, *Sulla formazione gessosa di Castellina marittima*, pag. 68 tav. VIII fig. 11.

Questo Cardio, come già ebbi a notare altra volta, ricorda un poco il *Cardium simplex,* Fuchs (Fuchs, Mem. cit. Tab. XV fig. 4-6) ma oltre ad essere meno inequilaterale della specie che si trova a Radmanest, offre anche una differenza sensibile nel numero delle coste, ordinariamente 16 nel *C. Castellinense* e circa 22 nel *C. simplex,* per quanto si può rilevare dalla figura, non essendone fatta menzione nel testo.

In seguito all'esame di un numero discreto di esemplari, non esiterei a riconoscere che una maggiore affinità vi abbia fra il *Cardium Castellinense* e il *C. Fuchsii* e se la specie *C. Fuchsii,* Neum. citata da Fuchs stesso nel suo più recente lavoro sul bacino di Vienna fosse stata preesistente a quella fondata con esemplari della Farsica, il *C. Fuchsii,* Cap. citato anteriormente avrebbe potuto ritenersi come una varietà del *C. Castellinense* con numero di coste minore che nel tipo figurato.

Cardium Majeri, Hörn.

Tav. I fig. 18.

Hörnes, *Die fossilen Mollusken des Tertiaer Beckens von Wien*, vol. II pag. 195 tab. XXVIII fig. *a*, *b*.

Fra i numerosi Cardî degli strati a Congerie dei dintorni di Ancona, quello rappresentato dalla fig. 18 corrisponde al *Cardium Majeri* descritto da Hörnes come raro fra i fossili degli strati a Congerie di Arpad. È una conchiglia allungata-ovata, trasversa, un poco inequilaterale, poco tumida, anteriormente rotondata, posteriormente aperta ornata di 12 coste, piatte, striate trasversalmente e spaziate con regolarità. Delle altre caratteristiche nulla posso dire, non avendo esemplari da potere esaminare internamente.

Larghezza mm. 12
Lunghezza » 7

Questa conchiglia differisce dagli esemplari di Arpad, oltre che per le dimensioni che sono appena $^1/_3$, anche per essere appena appena più allungata.

Cardium semisulcatum, Rouss.

Tav. I fig. 19.

Rousseau, *Description des fossiles de la Crimée.* — Demidoff, *Voyage dans la Russie*, vol. II pag. 810. — Hörnes M. *Die fossilen Mollusken des Tertiaer Beckens von Wien*, vol. II pag. 197 tav. XXVIII fig. 7 *a-c*.

Nella molassa di Monte Acuto raccolsi alcuni modelli di Cardî pei quali restai dubbioso se avessi dovuto riferirli al *C. sociale* Krauss; ma avendo avuto dall'ingegnere Mazzetti due esemplari di Cardî da esso raccolti nel Trave, mi persuasi che gli uni e gli altri potessero riferirsi al *Cardium semisulcatum*, Rouss. quale lo ha descritto e figurato Hörnes.

Questa conchiglia che ha una lontana somiglianza col *C. macrodon* Desh. riscontrato in Crimea e a Bollène e di cui probabilmente è il rappresentante negli strati a Congerie italiani, corrisponde alla descrizione e alle figure di Hörnes, tanto per la forma generale, quanto per la superficie la quale per mezzo di sottili solchi raggianti dall'apice verso il margine, e in avanti apparisce semicostata. Questi solchi, come nel *C. macrodon,* sono anche meno marcati anteriormente e posteriormente e può dirsi, che soltanto nella regione mediana, limitano 16-18 coste, come si nota anche per gli esemplari di Tihany figurati dall'Hörnes. La lunula degli esemplari anconitani sembra alquanto più grande; ma questo non costituisce tal differenza da dover confondere questa specie con il *C. sociale,* Krauss il quale ha 18-20 coste egualmente ripartite su tutta la conchiglia e grosse quanto gli interstizî, per cui ha potuto essere ravvicinato al *C. edule.* La figura ha le coste un poco troppo marcate.

Cardium Scarabellii, Capellini.

Tav. I fig. 20.

Col nome del geologo imolese che pel primo pubblicò uno schizzo di carta geologica dei dintorni di Ancona e del Senigalliese, distinguo alcuni Cardî raccolti al Trave e a Monte Acuto i quali sebbene, a prima giunta, ricordino il *C. semisulcatum,* ne differiscono notevolmente per la forma della conchiglia molto più larga ed eccessivamente inequilaterale. La fig. 20 rappresenta uno di questi Cardî in grandezza naturale; in esso si contano 18 coste eguali ben distinte, ma piatte e separate da interstizî un poco maggiori che nella specie precedente, e dopo la 18ª costa posteriore se ne hanno altre quattro o cinque più fine e meno appariscenti.

La lunula è molto grande e profonda, gli apici rivolti molto in avanti e la conchiglia non si chiudeva esattamente; circostanza comune al maggior numero dei Cardî di questo piano.

Larghezza mm. 22
Lunghezza » 12

Cardium Fedrighinii, Capellini.

Tav. I fig. 21.

Distinguo con questo nome un grazioso Cardio trovato a Monte Acuto e al Trave e che, per i suoi caratteri, mostrandosi affine con diverse specie, mi lascia tuttavia incerto se si debba considerare come una specie distinta o come una varietà.

Questo piccolo Cardio che nella Tav. I fig. 21 è rappresentato in grandezza doppia del vero, per la forma ricorda alcune delle specie precedentemente descritte ed anche un poco il *C. praetenue*, Mayer. Per il numero delle coste, che sono ventotto, converrebbe col *C. bollense* di Mayer, dal quale differisce nettamente per la forma. Col Cardio che il Fuchs raccolse a Trakones e disse: affine al *C. bollense* vi ha pure qualche analogia, senza che si possano dire identici gli esemplari delle

Marche e quelli che servirono per la figura data da Fuchs (Vedi Fuchs Th. *Studien über die jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands*, pag. 25 Tab. III fig. 34, 35. Wien, 1877).

Il Cardio di Grecia differisce dal *C. Fedrighinii* per essere meno inequilaterale, nonchè per le coste regolarissime per distribuzione e grossezza.

L'esemplare del *C. Fedrighinii*, fig. 20 Tav. I, offre le seguenti dimensioni:

Lunghezza mm. 8,5
Larghezza » 14

Cardium sp. aff. al *C. praetenue*, Mayer.

Tav. II fig. 1, 2.

Fuchs Th. Mem. cit. pag. 25 tab. III fig. 36, 37.

Il dott. Fuchs ha trovato nel calcare conchiglifero di Trakones un piccolo Cardio molto abbondante che ha giudicato affine al *C. praetenue* che il Mayer descrisse come specie nuova fra i fossili di Bollène.

Le figure date dal Fuchs convengono perfettamente con quelle degli esemplari che ho raccolti a Monte Acuto e sulla identità degli esemplari di Grecia con quelli d'Italia non mi resta alcun dubbio.

Il Mayer nella Nota: *Couches à Congéries dans le bassin du Rhône* descrive il *C. praetenue* e gli assegna 30 a 36 coste, mentre negli esemplari dei dintorni di Ancona ne ho annoverate fino a 38; per questa circostanza e per i caratteri pei quali il Mayer dice che il *Cardium praetenue* è: *proche parente du C. multistriatum* Rouss., mi nasce il sospetto che gli esemplari di Grecia e d'Italia, affini al *C. praetenue*, possano invece identificarsi col *C. multistriatum* del mezzogiorno della Russia; ma non avendo nè esemplari nè figure da confrontare lascerò per ora in sospeso ogni precisa determinazione.

La figura 1 rappresenta l'esemplare fig. 2 ingrandito tre volte per poterne apprezzare le molte coste e gli angustissimi spazî intercostali.

Cardium edentulum, Desh. var

syn. *Cardium Oriovacense?* Neum. — *C. nova rossicum* var., Cap.

Tav. II fig. 3, 4.

Deshayes, Mem. cit. pag. 57 Pl. III fig. 3, 6. Paris, 1838. — Neumayr u. Paul. *Die Congerien und Paludinenschichten Slavoniens*, pag. 22 tab. VIII fig. 25. Wien, 1875. — Capellini, *Sulla formazione gessosa di Castellina marittima*, pag. 69 tav. VIII fig. 13. Bologna, 1874.

Col nome di *C. Oriovacense* il Neumayr ho distinto un Cardio degli strati a Congerie di Oriovac il quale ha stretti rapporti col *C. carinatum* Desh. (Deshayes, Mem. cit. pag. 54 Pl. II fig. 16-18).

Le differenze per le quali il Neumayr ha pensato di distinguere gli esemplari di Oriovac da quelli corrispondenti al *C. carinatum* sono le stesse per le quali io pure inclino a tenere separati gli esemplari degli strati a Congerie delle Marche. Basta volgere uno sguardo alla figura del Cardio di Oriovac data dal Neumayr e a quella che rappresenta due volte ingrandito un esemplare di Monte Acuto, per convincersi che mentre questi si assomigliano fra loro perfettamente, vanno distinti dal

C. carinatum per essere di forma assai più larga, con le coste posteriori più evanescenti e con interstizî molto più marcati.

Del resto avrò a far notare altri esemplari che col vero *C. carinatum* hanno ben maggiori rapporti e che già differiscono moltissimo dal Cardio dei dintorni di Ancona, il quale però è grande soltanto la metà degli esemplari illustrati da Neumayr.

Ma se il piccolo Cardio del quale è parola va distinto dal *C. carinatum* e forse identificato col *C. Oriovacense,* non si può disconoscere i suoi grandi rapporti col *C. edentulum,* col quale non solo si accorda per la forma ma eziandio per il numero delle coste che sono 24 tanto nella specie di Crimea come in quella delle Marche.

Chi guarda le figure date dal Deshayes, senza leggere la relativa descrizione, resta sorpreso dalla somiglianza grande di forma e del numero assai diverso di coste che nella fig. 4 Tav. III sono assai numerose; ma nella descrizione il Deshayes ne cita 24 e questo numero concorda con quello degli esemplari del Trave e di Monte Acuto che per la forma non offrono poi alcuna differenza. Per gli esemplari di Oriovac, poichè l'autore non cita il numero delle coste, mi sono regolato con ciò che si ricava dalle figure.

Nella Memoria *Sulla formazione gessosa di Castellina marittima* ho altresì figurato e descritti alcuni piccoli Cardî della valle della Farsica, i quali per la forma, per le dimensioni e per il numero delle coste 23-24 assomigliano grandemente, se pure non sono da ritenersi identici, al *Cardium edentulum* var. dei dintorni di Ancona. Fin d'allora considerai quei piccoli Cardî come una varietà della grande specie di Crimea e li confrontai altresì col *Cardium nova-rossicum,* Barb. e più ancora col *C. Auingeri,* Fuchs, la quale ultima specie l'autore stesso ritiene diversa dal vero *C. edentulum* più per le dimensioni che per altro (Fuchs, *Die Fauna der Congerienschichten von Radmanest in Banate,* pag. 358 Tab. XV fig. 1-3. Wien, 1870).

Mentre la maggior parte degli esemplari anconitani di questo Cardio sono piccoli; taluni di essi raccolti al Trave non solo raggiungono le dimensioni della fig. 4 grande al vero ma oltrepassano quelle della figura 3, ed allora riesce più chiara, anzi evidente la loro somiglianza col *C. Oriovacense.*

Cardium sp. aff. *Gourieffi,* Desh.

Tav. II fig. 5. 6.

Deshayes, Mem. cit. pag. 52 tav. III fig. 1, 2. Paris, 1838.

Un Cardio abbastanza frequente a Monte Acuto e al Trave e che per un momento sospettai potesse avere rapporti col *C. sociale* Krauss, a mio avviso rappresenta nei dintorni di Ancona il *C. Gourieffi* di Crimea e della valle del Rodano.

La forma della conchiglia, il numero delle coste, la loro maniera di distribuzione, gli interstizî angusti e tante altre particolarità mi fanno credere che non si possa distinguere dal *C. Gourieffi* altrimenti che per le dimensioni.

Il prof. C. Mayer avendo descritto il *Cardium bollense* come specie affine al *C. Gourieffi* e inoltre attribuendogli 28-32 coste con caratteri che ricordano quelli del piccolo Cardio dei dintorni di Ancona, quando non si facesse attenzione alla forma

generale della conchiglia che il Mayer nota come carattere distintivo, si potrebbe sospettare che si trattasse di una stessa specie.

Nelle fig. 5, 6 Tab. II sono rappresentate due delle forme più divergenti di questo Cardio e confrontandole direttamente con frammenti del *C. bollense* avuti in comunicazione dal dott. Fontannes e con diversi Cardî degli strati a Congerie e del Sarmatiano, vi ho scorto perfino analogie e rapporti con alcune forme del *C. obsoletum* del bacino di Vienna dal quale gli esemplari anconitani differiscono per il numero delle coste e per gli ornamenti. Più si studiano i Cardî degli strati a Congerie e più se ne riconosce la estrema variabilità di forma e di ornamentazione e il graduato passaggio da uno ad altro tipo.

Gli esemplari figurati sono rappresentati in grandezza doppia del vero.

Cardium bollense? Mayer.

Tav. II fig. 7.

Mayer, *Couches à Congéries dans le bassin du Rhône.*

Riferisco dubitativamente al *C. bollense* di Mayer alcuni esemplari di Cardî mal conservati del Trave e di Monte Acuto, i quali non si possono confondere coi precedentemente indicati e nel tempo stesso parmi che corrispondano agli esemplari di Bollène che sono indicati come specie distinta dal *C. Gourieffi.*

Cardium carinatum, Desh. var.

Tav. II fig. 8.

Deshayes, Mem. cit. pag. 54 Pl. II fig. 16-18. Paris, 1878. — Hoernes R. *Tertiär Studien,* pag. 64 tab. V fig. 1. Wien. 1874.

Deshayes nell'accennare la estrema variabilità di forma del *C. carinatum* avverte che talvolta diventa quasi quadrangolare, ossia la lunghezza eguaglia la larghezza come approssimativamente si nota nell'esemplare che ho figurato in grandezza doppia del vero.

Questo Cardio corrisponde, per la forma all'esemplare giovane, e quindi ancora più piccolo, figurato da R. Hoernes negli Studî citati, Tav. V fig. 1.

Nell'esemplare del Trave si contano 28 coste; quelle del lato anteriore un poco più robuste e più spaziate. La carena è ben distinta, ma non tanto quanto in altri esemplari i quali però non saprei distinguere altrimenti che come semplici varietà.

Cardium carinatum, Desh. var. *major,* Bayern.

Tav. II fig. 9, 10.

Questo cardio ha esso pure 25 coste, ma è meno allungato del precedente ricorda alquanto il *Cardium carinatum*, Desh. (*var. major,* Bayern) che si trova a Kamioush-Bouroun R. (Hoernes, *Tertiär Studien,* pag. 64 Tab. IV fig. 8. Wien, 1874).

Cardium carinatum, Desh. var. *elongatum,* Capellini.

Tav. II fig. 11.

Penso che si debbano distinguere come varietà del *Cardium carinatum* alcuni Cardî che si trovano fra quelli del Trave e che differiscono dalla varietà precedentemente notata per avere due o tre coste di meno e per essere sensibilmente più lunghi che larghi e molto inequilaterali.

L'esemplare, fig. 1 Tav. II, ingrandito due volte è quello che si scosta più di tutti dal tipo della specie, essendo molto transverso, con 25 coste, lungo mm. 20 e largo mm. 28.

Nella figura 10 Tav. II essendo rappresentato in grandezza naturale, si può notare che, anche per le dimensioni oltre che per la forma, vi ha sensibile differenza col precedente; con tutto ciò ritengo che esso costituisca un tipo intermedio fra la varietà di *C. carinatum* registrata per la prima ed il *C. carinatum* che ho distinto come varietà allungata. La fig. 9 della stessa tavola rappresenta un esemplare ingrandito due volte.

Cardium nova-rossicum? Barb.

Tav. II fig. 12.

Barbot de Marny, *Geologia del Governatorato di Kherson,* pag. 156 fig. 3-5.

Riferisco, dubitativamente, a questa specie alcuni piccoli Cardî delle molasse di Monte Acuto uno dei quali ingrandito due volte vedesi rappresentato nella Tav. II fig. 12.

Nell'esemplare figurato si contano venti coste ed il Barbot ne cita 20-23 per quelli da esso illustrati i quali, parmi, che anche per le dimensioni e per la forma, convengano assai bene con questi degli strati a Congerie anconitani.

Cardium Spratti, Fuchs.

Tav. II fig. 13.

Fuchs Th. *Studien über die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands,* pag. 41 tab. V fig. 25-32.

Il dott. Teodoro Fuchs ha distinto come specie nuova un Cardio assai abbondante nelle sabbie fine giallastre di Livonates e per la descrizione accurata che egli ne ha dato e per le figure con le quali ho istituito confronti ritengo che l'esemplare fig. 13 Tav. II, in grandezza doppia del vero, e forse altri esemplari riferiti dubitativamente al *C. bollense,* corrispondano alla specie fondata con gli esemplari di Grecia. Per la specie tipica il Fuchs assegna circa 30 coste, negli esemplari di Monte Acuto ne ho contato fino a 32 e poichè essi rappresentano giovani individui, se si confrontano con gli esemplari illustrati dal Fuchs, non è da meravigliarsi che vi siano piccole differenze nella forma che invece corrisponderebbe esattamente se si avessero a confrontare con piccoli esemplari di Livonates.

Sarà bene di non perdere di vista gli stretti rapporti di questa specie col *Cardium Gourieffi,* Desh.; essendo probabile che avendo in seguito migliori e più numerosi esemplari si possa riconoscere che i Cardî dei nostri strati a Congerie riferiti al *C. Gourieffi* e *C. Spratti* appartengano ad una sola specie della quale però si debbano distinguere due o fors'anco più varietà.

Cardium laeviusculum, Cap.

Tav. II fig. 14, 15.

Distinguo col nome di *Cardium laeviusculum* alcuni Cardî raccolti al Trave, due dei quali sono rappresentati in grandezza naturale nelle fig. 14, 15.

Il nome specifico prescelto sta ad indicare i rapporti di questo Cardio con l'*Adacua laevis* che vive nella parte meridionale del Caspio; però i piccoli Cardî

fossili dei dintorni di Ancona ricordano ancor meglio il *C. acardo* Desh. che si trova in Crimea e di cui il *C. laeviusculum* sarebbe il rappresentante in Italia.

Deshayes ebbe a far notare le somiglianze del *C. acardo* con il genere *Cypricardia* e la descrizione della conchiglia di Crimea che nel 1864 ho pure raccolto in quantità negli strati a Congerie di Valacchia, corrisponde in molte parti ai piccoli esemplari dei dintorni di Ancona i quali sono meno subquadrati, meno acutamente angolosi e con traccie di solchi più appariscenti.

In Toscana ho trovato esemplari identici a quelli raccolti al Trave, essi fanno parte di un gruppo interessante per le notevoli varietà di forme e di passaggi per i quali da veri Cardî si arriva a tipi che meritano di essere distinti come spettanti a un genere intermedio fra il genere *Unio* e il genere *Cardium,* come ho già avuto occasione di notare in una precedente pubblicazione. Nella illustrazione che sto preparando di tutti i fossili degli strati a Congerie e Sarmatiani della Toscana farò conoscere e renderò conto di tutti questi passaggi e il *Cardium laeviusculum* figurerà come anello di una serie importantissima.

Frattanto mi interessa di aver potuto registrare anche questo tipo fra i fossili del Trave e di Monte Acuto e di avere in esso un elemento dippiù per i rapporti fra gli strati a Congerie delle Marche e quelli della Toscana.

Cardium Paoluccii, Cap.

Tav. II fig. 16.

Fra i Cardî degli strati a Congerie anconitani ho trovato parecchi esemplari di un Cardio il quale mentre per taluni caratteri si accosta al *C. laeviusculum,* per altri se ne allontana e ricorda alcune *Unio* globose d'America e meglio ancora certe specie di *Arca.*

I primi esemplari che ebbi ad esaminare essendo ridotti a modelli, e dippiù mancanti della estremità posteriore, sospettai che si trattasse di piccole *Unio;* ma avendo avuto la fortuna di trovare esemplari meno imperfetti fra i fossili del Trave potei accertarmi che si trattava di un vero Cardio in forma di arca, poco inequilaterale, carenato, interiormente rotondato e con strie esilissime che limitano spazî assai larghi in modo analogo a quanto si osserva anche nel *C. laevisculum.* Posteriormente la conchiglia è subtruncata come si può rilevare dalla fig. 32 e questa parte è coperta di strie ondulate fitte, le quali determinano quasi delle piccole coste, costituendo così una specie di ornamentazione, la quale unita alla forma della conchiglia farebbe credere che si trattasse di un'arca; ma sebbene non abbia potuto fin qui rendermi conto della cerniera ritengo che sia un vero Cardio del tipo del *C. laeviusculum* e di altri che costuiscono tipi intermedî fra i Cardî ed il genere *Unio.*

L'esemplare figurato proviene dalla molassa del Trave; esso è lungo mm. 14, largo mm. 24.

Compiuta così la enumerazione dei molluschi fossili degli strati a Congerie anconitani, per farne meglio apprezzare i rapporti con le corrispondenti formazioni finora studiate in Europa, ho creduto opportuno di aggiungere il seguente prospetto.

PROSPETTO DEI MOLLUSCHI FOSSILI DEGLI STRATI A CONGERIE ANCONITANI
con la indicazione delle principali regioni nelle quali se ne incontrano le specie principali.

	Indicazione delle specie	Monte Acuto	Trave	Toscana	Valle del Rodano	Austria-Ungheria	Valacchia	Crimeà	Grecia
1	*Melanopsis* sp.	+	...	+	+	...	...	...	...
2	*Bithynia rubens*, Menke	+	...	...	...	...	...	...	+
3	*Congeria simplex*, Barb.	+	+	+	+	+	...	+	+
4	*C. amigdaloides*, Dunk	+	+	+	+	+	...	...	+
5	*C. clavaeformis*, Krauss	...	+	...	...	...	...	...	+
6	*Cardium Odessae*, Barb.	+	+	+	...	...	...	+	...
7	*C. Abichi*, R. Hoernes	+	+	+	...	...	...	...	...
8	*C. Abichi* var.	+	+	...	...	...	...	...	...
9	*C. plicatum*, Eichw	+	+	+	...	+	...	+	...
10	*C Fuchsii*, Cap.	+	+	+	...	...	...	...	...
11	*C Castellinense*, Cap.	+	+	+	...	...	...	...	...
12	*C Majeri*, Hoern.	+	+	...	...	+	...	...	...
13	*C semisulcatum*, Rouss.	+	+	...	...	+	...	+	...
14	*C Scarabellii*, Cap.	+	+	...	...	...	...	...	...
15	*C Fedrighinii*, Cap.	+	+	...	...	...	...	...	...
16	*C* sp. aff. al *C. praetenue*, Mayer.	+	...	...	+	...	...	...	+
17	*C. edentulum* Desh. var. *C. Oriovacense*, Neum. ?	+	+	...	...	...	+	+	...
18	*C.* sp. aff. al *C. Gourieffi*, Desh.	+	+	...	...	...	...	+	+
19	*C. Bollense*? Mayer	+	+	+	+	...	...	...	+
20	*C. carinatum*, Desh. var.	...	+	...	...	...	+	+	...
21	*C. carinatum*, Desh. var. *elongatum*.	...	+	...	...	...	...	...	...
22	*C. carinatum*, Desh. var. *major* Bay.	...	+	...	...	...	...	+	...
23	*C. nova-rossicum*, Barb.	+	+	+	...	...	...	+	+
24	*C. Spratti*, Fuchs?	+	+	+	...	...	...	...	+
25	*C. laeviusculum*, Cap.	+	+	...	...	...	...	...	...
26	*C. Paoluccii*, Cap.	+	+	...	...	...	...	...	...

Finalmente; tenendo conto di tutto quanto sono venuto rapidamente accennando riguardo agli strati a Congerie dei dintorni di Ancona e ai fossili che vi ho riscontrati, parmi si possa arrivare alle seguenti conclusioni:

La esatta corrispondenza della formazione gessosa della Toscana con la formazione gessoso-solfifera delle Romagne e delle Marche, già da tempo intraveduta per le relazioni stratigrafiche e pei fossili vegetali, resta ora accertata per la fauna malacologica complessivamente identica nelle due regioni.

Le differenze che si notano fra la fauna degli strati a Congerie dei dintorni di Castellina marittima e quella dello stesso piano dei dintorni di Ancona, confermano il fatto già avvertito anche da altri, che in quasi tutti i giacimenti riferibili a questo orizzonte geologico si incontrano alcune specie nuove.

Tanto in Toscana come nelle Marche, per ora, si verifica che l'insieme dei fossili, e sopratutto i piccoli Cardî a coste sottili, accennano alla parte inferiore degli strati a Congerie; ossia a quel sotto piano che fu anche indicato col nome di *strati a Valenciennesia.*

Questo fatto deve essere preso in considerazione quando si tratti di fissare i limiti fra il pliocene ed il miocene; mentre taluni dei piccoli Cardî degli strati a Congerie italiani caratterizzati dalla piccola Congeria del calcare di Odessa (*Congeria simplex*), passano anche inferiormente, ossia cominciano più in basso in altro piano nel quale si incontrano fossili sarmatiani p. e. l'*Ervilia pusilla*.

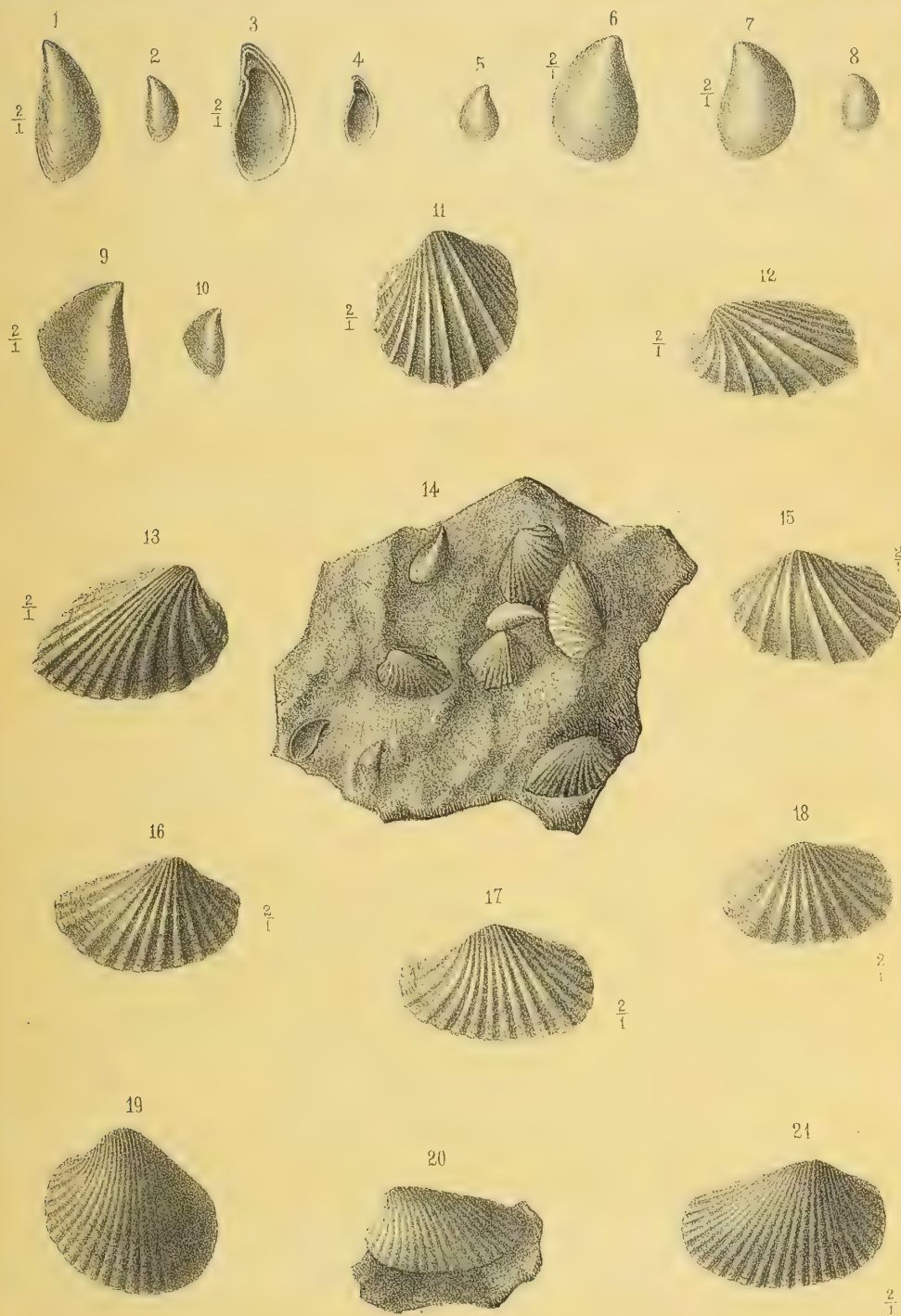
Gli strati a Congerie italiani dei quali non soltanto fanno parte i ricchissimi giacimenti di solfo delle Romagne, delle Marche e della Sicilia, ma eziandio gessi saccaroidi di gran pregio (alabastri di Castellina e di Volterra), depositi di ligniti e petrolio, resine fossili (ambra policroica di Sicilia e delle Romagne), collegandosi intimamente coi giacimenti di salgemma, di ligniti, calcedoni, succino e altri materiali utili (indubbiamente miocenici), sarebbe forse opportuno di non disgiungere troppo intimamente fra loro questi due gruppi tanto omogenei.

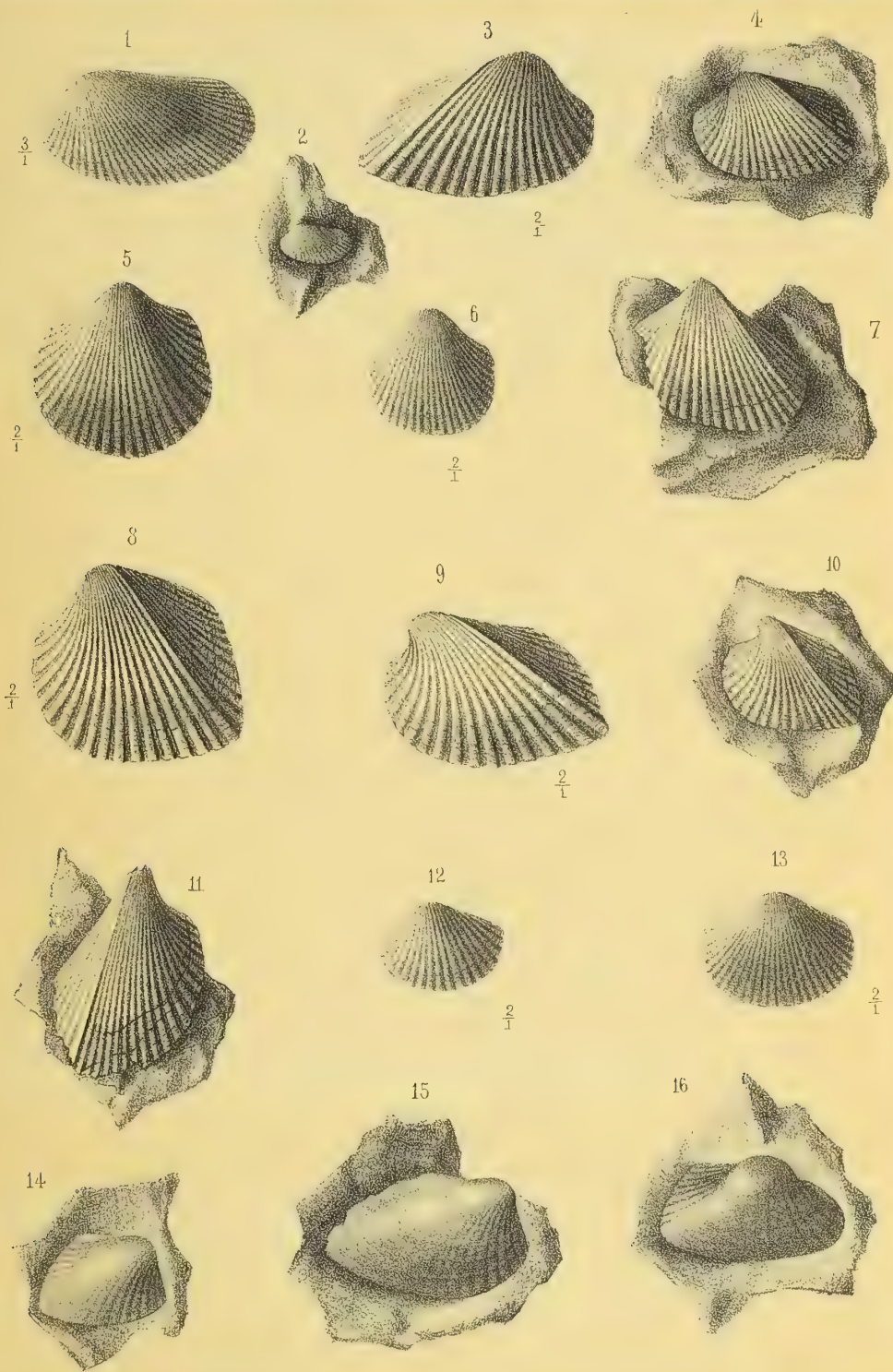
Se fin qui non ho potuto persuadermi della necessità di annettere al pliocene inferiore la formazione gessoso-solfifera italiana, separandola da quanto vi si connette naturalmente in basso, da altra parte avendo sempre ammesso come base del pliocene, o pliocene inferiore, il Messiniano superiore, sarei disposto a ritenere con esso anche gli strati superiori a Congerie (che in Italia ritengo siano rappresentati in massima parte da depositi marini) e così potrei trovarmi in accordo anche coi geologi austriaci.

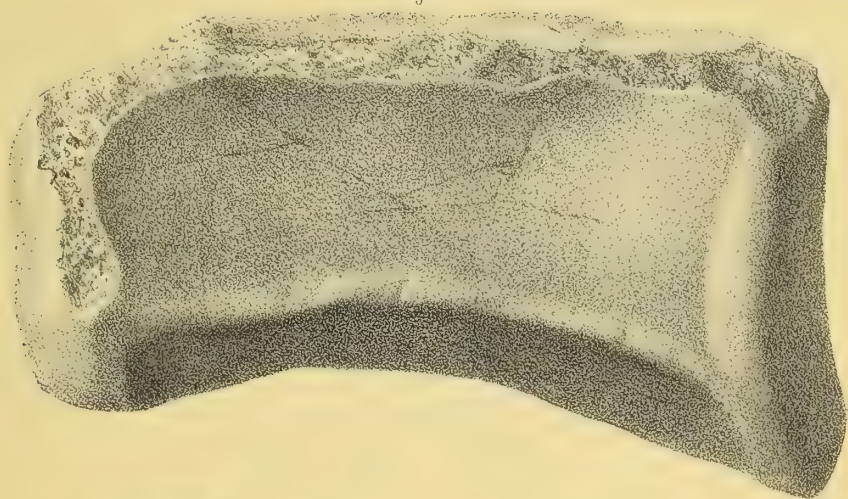
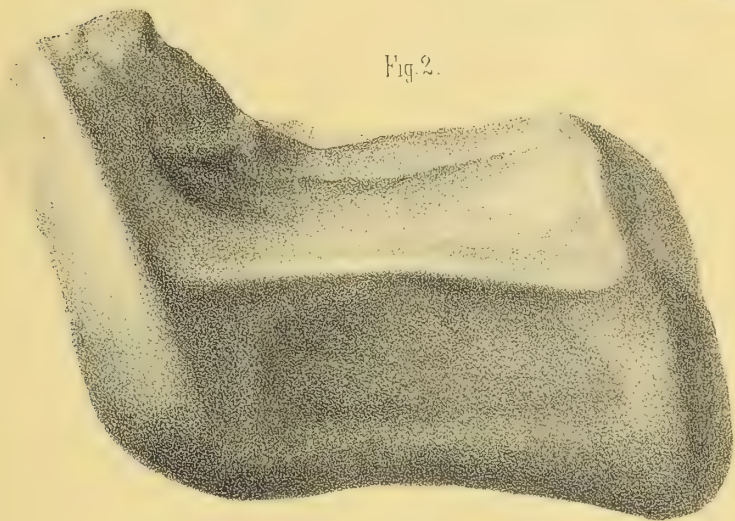
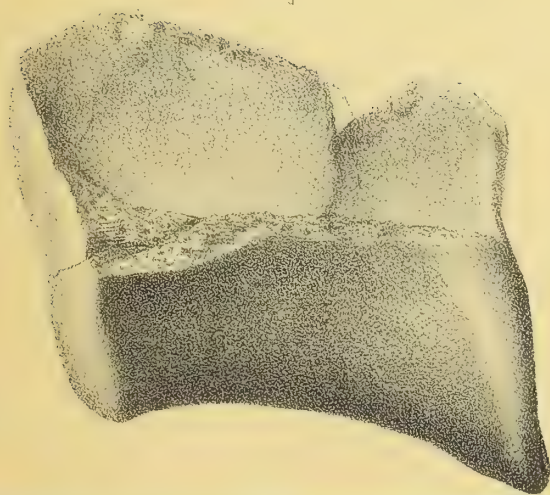
Mentre, non solo è possibile, ma è altresì agevole, di trovare un limite preciso fra il pliocene inferiore marino (con fauna malacologica ben caratterizzata e con abbondanti avanzi di talassoteriani) e la formazione gessoso-solfifera terminata in alto da depositi di acqua salmastra (con Cardî degli strati a Valenciennesia) e distinta dal pliocene marino mediante una vera trasgressione stratigrafica; non potrebbe dirsi altrettanto quando il limite fra il pliocene ed il miocene si volesse fissare al disotto della formazione gessoso-solfifera, ove fra le altre cose bisogna considerare che i tripoli, con essa concordanti e intimamente collegati, contengono una fauna ed una flora nelle quali parecchi riconoscono i caratteri del vero miocene.

Quando gli strati a Congerie delle diverse località italiane saranno stati bene studiati e il valore delle diverse specie di Congerie che si incontrano nei diversi piani sarà stato convenientemente apprezzato, si capirà meglio che gli strati a Congerie italiani ai quali spettano i gessi e il solfo corrispondono soltanto in parte ai veri strati a Congerie dell'Austria-Ungheria e della Crimea; mentre fra noi non è ancora stata trovata la porzione superiore degli strati stessi, con le grandi specie di Congerie, e invece possiamo sospettare di dover considerare come sarmatiani alcuni strati con Congerie ([1]).

In conclusione la formazione gessoso-solfifera italiana, ossia i nostri strati a Congerie con piccoli Cardî, corrispondendo abbastanza bene al calcare di Odessa e probabilmente rappresentando fra noi le marne a Valenciennesia, con grande convenienza e con sommo vantaggio per gli studî stratigrafici si dovrebbero ritenere come termine superiore dei nostri terreni miocenici; risparmiando, così, di dover ricorrere alla equivoca distinzione di un gruppo di strati mio-pliocenici o plio-miocenici.

([1]) Non bisogna dimenticare che del genere *Congeria* si hanno esempî anche nell'eocene, e che per conseguenza non tutti i depositi con Congerie devono corrispondere agli *strati a Congerie*.

Contoli dis. Bologna, Lit. G. Wenk.

1-4 Congeria simplex, *Barb.* — 5-8 C. amigdaloides, *Dunk.* — 9-10 C. clavaeformis, *Krauss.* — 11 Cardium Odessae, *Barb.*
12 C. Abichi, *Hörns.* — 13 C. Abichi var. C. anconaetanum, *Cap.* — 14 C. anconaetanum e Congeria simplex.
15. Cardium plicatum, *Eichw. var.* — 16 C. Fuchsii, *Cap.* — 17 C. castellinense, *Cap.* — 18. C. Majeri, *Hörn.*
19 C. semisulcatum, *Rouss.* — 20 C. Scarabellii, *Cap.* — 21 C. Fedrighinii, *Cap.*

Contoli dis. — Bologna, Lit. G. Wenk.

1-2 *Cardium aff. C. praetenue*, Mayer. — 3-4 *C. edentulum*, Desh. var. — 5-6 *C. aff. C. Gourieffi*, Desh. — 7 *C. Bollense ?* Mayer.
8 *C. carinatum*, Desh. — 9-10 *C. carinatum* var. *major*, Bay. — 11 *C. carinatum* var. *elongatum*. Cap.
12 *C. nova-rossicum ?* Barb. — 13 *C. Spratti*, Fuchs ? — 14-15 *C. laeviusculum*, Cap. — 16 *C. Paoluccii*, Cap.

MONATHERIUM sp.

Di un processo delicato e sicuro per la ricerca tossicologica dell'arsenico; e di alcune osservazioni sul detto metalloide.

Memoria del Socio corrispondente FRANCESCO SELMI

letta nella seduta del 5 gennaio 1879.

Qualunque processo di chimica tossicologica può dirsi ottimo allorquando raggiunge lo scopo di estrarre tutta o quasi tutta la sostanza venefica, ottenendola in istato puro o pressochè tale, tanto da poterla determinare con precisione assoluta. Tale mi sembra quello che sto per descrivere con cui si ricerca e si riconosce l'arsenico.

Nulla dirò dei processi meno recenti diretti al medesimo fine, poichè per quanto si conducano con diligenza, si riesce costantemente ad una perdita più o meno apprezzabile del metalloide; tra i modernissimi quello immaginato da Gautier è degno di molta considerazione; ma ne parlerò più innanzi, dimostrando come debba essere modificato in alcuni casi, acciò risponda allo scopo e come, a mio avviso, debba giudicarsi inferiore al mio, cioè a quello di cui tratto nella presente Memoria e che, pubblicato fino dal 1871, ricevette poi tali perfezionamenti da consigliarmi a ripubblicarlo a norma delle ultime condizioni a cui lo condussi.

Consta di due parti distinte; in una delle quali si opera a ricavare l'arsenico dalle materie che lo contengono, mentre nell'altra s'intende col mezzo dell'apparecchio di Marsh, ben disposto, a ricuperarlo per intero in forma di anello.

Nella prima parte si opera a distruggere, o meglio a ridurre in un certo stato d'incarbonimento la sostanza organica, in guisa che non impedisca all'arsenico di essere trasformato in prodotto volatile e quindi trasportato fuori per raccoglierlo completamente in un dato liquido, d'onde precipitarlo in forma di solfuro. A tale effetto mi valgo dell'acido solforico e di un certo grado di calore, quali mezzi opportuni per iscomporre la materia animale, e di una corrente di gas acido cloridrico per convertire l'arsenico in cloruro volatile. In poche parole: è il metodo originale di Schneider, modificato in maniera da togliere il caso che si abbiano perdite considerevoli, le quali, siccome fu verificato, avvengono costantemente col metodo suddetto. L'apparecchio si compone di diversi pezzi che sono:

1. Un matraccio di vetro verde, portante un sovero con due fori in uno dei quali è infitto un tubo di Welter e nell'altro un cannello di vetro a doppia piegatura, che s'innesta nel tubulo di una piccola boccia di Woulf, dalla quale parte un altro cannello a doppia piegatura;

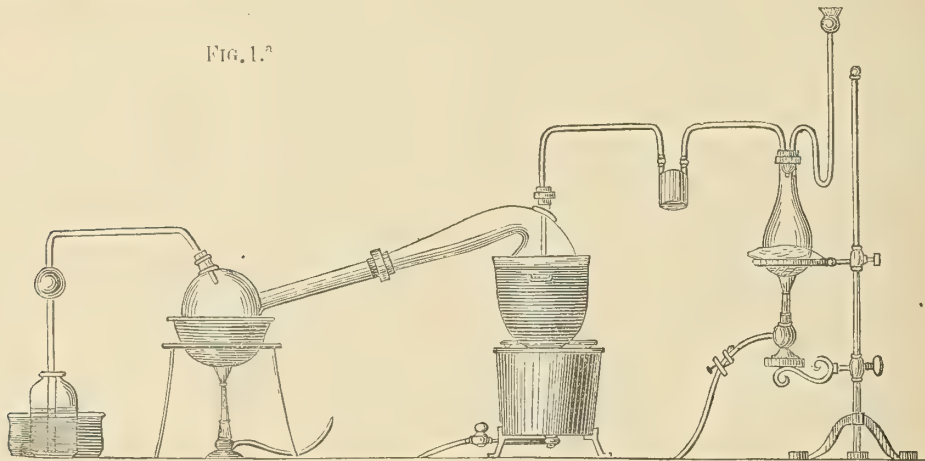
2. Di una storta di vetro tubulata, la quale pel tubulo si connette colla boccia di Woulf mediante il cannello ed un tappo di sovero;

3. Di un pallone tubulato e di lungo collo, in cui entra il collo della storta

fino al punto che il liquido che ne goccia cada nel centro, all'incirca, della capacità del pallone;

4. Di una boccia di vetro, entro cui s'introduce un altro cannello a doppia piegatura che parte dal tubulo del pallone.

Tutte le congiunzioni devono essere fatte col mezzo di soveri ed a tenuta perfetta, lutando quei tappi, dai quali si scorgesse che può sfuggire il gas cloridrico. Evito tappi e budelli di gomma elastica, essendo stato osservato da Bouis, che tal volta contengono traccie di arsenico convertibile in cloruro volatile, mediante l'azione dell'acido cloridrico.

Fig. 1.a

Carico il pallone con sale da cucina decrepitato in precedenza, decrepitazione che deve essere stata portata al punto da distruggere quel poco di materia organica che suole contenere, perchè la pratica mi avvertì, che, qualora non sia stata ben decomposta, quando si aggiunge l'acido solforico per isvolgere il gas cloridrico, lo svolgimento non succede regolare e si forma della spuma. Faccio la carica con 200 grammi del sale decrepitato ed aggiungo pel tubo caricatore a poco per volta, il necessario di acido solforico purissimo, già diluito con un quarto in volume di acqua, continuando fino a che il cloruro di sodio cessi di reagire.

Nella boccia di Woulf, che viene dopo il matraccio, verso dell'acido solforico puro e concentrato, che serve per lavacro e per desidratare il gas cloridrico, che vi deve gorgogliare.

Nella storta introduco la materia animale divisa in pezzetti minuti, facendovela entrare col mezzo di un imbuto di collo lungo e largo al possibile, spingendo a basso mediante un cilindro di vetro; indi per 180 grammi della detta materia considerata in istato fresco, faccio discendere per lo stesso imbuto 200 grammi di acido solforico purissimo e concentrato [1] e lavo l'imbuto con 50 cent. cubi di acqua distillata che si unisce alla materia animale e coll'acido solforico.

[1] L'acido solforico deve essere di una purezza assoluta e sperimentato, non già nel modo consueto facendone reagire da 50 a 100 grammi col sufficiente di zinco puro nell'apparecchio di Marsh, ma ponendolo in prova con 100 grammi di carne di bue e nell'apparecchio testè descritto, eseguendo

Nulla metto nel pallone; nella boccia invece verso tant'acqua distillata che la empio a metà e che si ragguaglia dai 300 ai 400 centimetri cubi.

Tanto la storta quanto il pallone sono immersi, la prima fino ad un po' meno della metà del ventre, il secondo fino ad un terzo circa della sua rotondità, ciascuno in un bagno di olio, che si tiene scaldato a temperatura di 130° o poco oltre.

Qualora l'apparecchio sia stato montato osservando le diligenze indispensabili acciò le congiunture sieno a tenuta perfetta, e che si conduca l'operazione colla debita regolarità, si può affermare, che tanto di arsenico è contenuto nella sostanza organica, ed altrettanto se ne ottiene nella boccia che è in fine.

L'acido solforico quando bagna la materia animale incomincia ad incarbonirla ed a spappolarla, e lo spappolamento diviene compiuto allorchè si scalda il bagno d'olio, ed il gas cloridrico comincia a gorgogliarvi per entro. È facile ad intendere che non conviene versare l'acido solforico sul cloruro di sodio se non quando i due bagni d'olio sono già caldi, e che in sul principio lo sprigionamento del gas cloridrico deve essere piuttosto lento acciò non avvenga qualche trabocco.

Il gas acido dapprima si scioglie nella poltiglia solforica e la satura agevolando la scomposizione della materia animale; terminata la saturazione esso non fa che attraversare la poltiglia, passa nel pallone senza condensarsi e si va a sciogliere nell'acqua che è in ultimo. Siccome importa che la soluzione cloridrica si mantenga a temperatura ordinaria, perciò la boccia sta immersa in una vaschetta piena d'acqua fredda che si rinnova nel modo consueto.

Certe volte accade che il gas cloridrico dopo la saturazione della poltiglia solforica ingenera della spuma in ampie bolle, alquanto tenaci, che si ammonticchiano una sull'altra e che tendono ad oltrepassare la piegatura del collo della storta. Purchè, di ciò accorgendosi, si moderi lo sviluppo del gas acido, purchè la storta abbia tale capacità da corrispondere a quattro volte almeno il volume delle materie contenute, le bolle non travalicano mai la detta piegatura; ma quand'anche succedesse un poco di trabocco, ciò non arrecherebbe danno al risultato finale dell'operazione, perchè cessata la reazione della prima carica di cloruro di sodio, si può smontare l'apparecchio, versare nella storta il liquido traboccato e lavare il pallone con un poco di acido solforico, che ugualmente si fa cadere nella storta.

Un'avvertenza indispensabile è quella d'impedire che la soluzione cloridrica dell'ultima boccia non diventi troppo concentrata, onde fa d'uopo che l'operatore a tempo debito la muti con altra contenente acqua distillata, per ivi estinguere il gas cloridrico che seguita a sprigionarsi.

Nel pallone suole distillare un poco di liquido acido; se non che, mantenendo il bagno d'olio a 130° e portandolo in ultimo a 150°, tutto il cloruro d'arsenico che

l'intera operazione in bianco. Ciò è indispensabile, potendo succedere che un acido non capace in quantità di 50 a 100 grammi di manifestare l'arsenico, ne fornisse traccie apprezzabili, allorquando si adoperasse in proporzioni assai maggiori, cioè di 800 a 1000 grammi secondo deve occorrere pel mio processo. Inoltre vi è qualche altra ragione di eseguire l'assaggio nel modo da me indicato, di cui dirò in altro scritto, dove pure dirò della maniera, tanto di fare l'assaggio quanto di purificare l'acido solforico, valendosi dei certi cloruri.

vi si potesse fermare si va gassificando e trapassa nella boccia insieme colla corrente del gas acido cloridrico.

Quando le materie animali contengono sostanze grasse, un poco di sostanza grassa è trasportata dalla corrente del gas fino alla boccia di estinzione, onde, mentre la soluzione acida si concentra, vi appare alla superficie un prodotto bianco, solido, untuoso, e talvolta di aspetto perlaceo; s'ingenera pure, non sempre, dell'acido solforoso in tenue quantità, allorchè le materie animali sono fresche, in copia maggiore se putrefatte e ciò senza inconvenienti, ed anche con qualche utile, come sarà spiegato più innanzi.

Durante la reazione, eziandio si sprigiona un gas che raccolsi durante una delle prove e trovai essere non assorbito dalla potassa caustica e non infiammabile, per cui giudicai che sia azoto. Il suo sprigionarsi continua fino ad un certo punto, poi rallenta e cessa affatto. Siccome non arreca turbamento pel risultato a cui si tende, tanto più che il suo sviluppo si fa a bolle a bolle, esso in cambio di tornare disutile, giova per l'opposto ad impedire il pericolo d'assorbimento, allorquando il gas cloridrico incomincia a diminuire a cagione dell'essere decomposto quasi tutto il sal comune. Il quale assorbimento deve essere evitato per quanto torni possibile, di guisa che l'operatore starà attento che non succeda, vigilando l'andamento dell'operazione e l'impicciolirsi ed il rendersi meno frequente delle bolle del gas cloridrico nella boccia di lavacro. In allora si stacca il tappo dal matraccio, se ne versa fuori la materia contenutavi finchè è calda, si rinnova la carica del sale decrepitato e si continua la corrente dell'acido cloridrico.

La reazione nel matraccio deve continuare per un giorno intero almeno, rinnovata una volta la carica; quando si prevede che è verso la sua fine si porta il bagno d'olio del pallone a temperatura di 150°, come dicemmo, acciocchè se mai il liquido che vi si raccolse, racchiudesse traccie di cloruro d'arsenico, questo venga espulso per intero.

Una terza carica abbisogna per assicurarsi che nulla rimane d'arsenico nella poltiglia solforica; si fa estinguere il gas cloridrico in boccia a parte, su cui poscia si deve agire per indagare se vi sussista o no qualche traccia di arsenico. In qual maniera si proceda verrà detto in appresso. Se mai vi si riscontrasse contrassegno del metalloide, tornerebbe necessario che si procedesse ad una quarta carica di sale, con che si può essere certi di estrarne le ultime reliquie.

Operando su materie animali fresche l'andamento del processo si effettua regolarissimo e conforme a quanto venni esponendo; ma non è lo stesso in altri casi, cioè quando le materie sono secche; quando furono tenute nell'alcool e soggiacquero alla putrefazione; quando anche non putrefatte furono conservate nel detto menstruo per più mesi od anche per più anni; finalmente quando contengono sostanza ossea o constano di ossi più o meno scarnificati o più o meno invecchiati sotterra. In tutti i diversi casi ora indicati occorrono certe precauzioni indispensabili prima di sottoporle all'azione complessiva dell'acido solforico e dell'acido cloridrico, e ne dirò partitamente.

Se la materia è secca, si sminuzza entro una cassula di porcellana, tagliandola in pezzetti con due forbici pulite, vi si sopravversa un terzo in peso di acqua distillata, che si rende alcalina con un poco di carbonato di soda puro; si scalda in bagnomaria acciò si rammollisca e si spappoli, continuando ad evaporarla fino a che abbia

la consistenza di un estratto molle. Ciò eseguito, si fa cadere entro la storta, stemperandola, quando abbisogna, col sufficiente di acqua distillata onde acquisti la scorrevolezza necessaria, e si aggiunge l'acido solforico. Qualora si fosse trascurata questa operazione preliminare, e si fosse introdotta la materia in pezzetti duri nella storta, essa tarderebbe troppo a liquefarsi, tanto che alcune volte i pezzetti diventano quasi cornei, e rifiutano a lungo di sciogliersi.

Se la materia è putrefatta, suole possedere un potere riduttore più o meno gagliardo, onde durante la reazione dell'acido solforico e dell'acido cloridrico s'ingenera dell'acido solforoso in abbondanza, ma non tale che in ultimo termine arrechi troppo di disturbo, poichè quando si viene poi al trattamento dell'acido solfidrico, come si esporrà, l'acido solforoso rimane distrutto con separazione di solfo libero, il quale porta involuto il solfuro d'arsenico.

Se le materie animali, o fresche o putrefatte, furono tenute nell'alcool per conservarle fino al giorno in cui s'incominciano le operazioni periziali, occorre che si separi il liquido alcoolico, che si tagliuzzino le materie solide, si mescolino di nuovo queste col detto liquido, che si alcalizzi il tutto con solfuro di sodio, si rinacidisca e poi si evapori all'aria libera ed in bagno-maria fino a che sia dissipato tutto l'alcool ed il residuo abbia la consistenza pastosa. A questo punto si aggiunge dell' acqua distillata, vi si stempera il residuo e si torna ad evaporare in bagno-maria ripetendo per una seconda volta la stemperazione e la concentrazione. Con ciò si espellono per la massima parte certi prodotti alcoolici o poco volatili che s'ingenerarono durante la conservazione nell'alcool, e che danno origine a dei composti mercaptanici i quali vanno a sciogliersi nell'acqua dell'ultima boccia dell'apparecchio insieme col gas cloridrico, trasfondendo un odore agliaceo alla soluzione. Anche in questo caso piglia nascimento dell'acido solforoso, ed alcune volte si forma qualche composto etereo di odore di frutta, che si manifesta dopo che l'odore agliaceo è svanito in gran parte.

Dato poi che le materie sieno state in un vaso con alcool per un tempo molto lungo, tanto che la parte alcoolica siasi dissipata totalmente, fuggendo a poco a poco per quei sottili interstizî che rimangono tra la bocca del vaso e l'orlo del tappo, in allora la condotta dell'operazione viene assai più malagevole, dacchè vi si formarono prodotti possedenti un fortissimo potere riduttivo, i quali in contatto dell'acido solforico, non appena si applichi un poco di calore, fanno sprigionare tanta quantità di acido solforoso da sollevare il liquido in ispuma e farlo traboccare per circa un quarto nel pallone. Di più, quand'anche il trabocco della spuma sia terminato e si agisca coll'acido cloridrico, il gas solforoso continua ad ingenerarsi abbondantemente, onde l'acqua dell'ultima boccia contiene una soluzione satura dei due acidi cloridrico e solforoso. Di questo fatto ne vidi un esempio notevolissimo, applicando il mio processo, nell'occasione di una perizia fatta in comune coi prof. Giacomelli, Bencini e Fabbri. Osservammo anzi che avendo voluto distruggere i prodotti riduttori coll'acido nitrico, ossidando le materie in una cassula, nel primo contatto dell'acido succedeva reazione vivacissima con uno sviluppo di vapori rutilanti, e che, sebbene l'acido nitrico fosse stato aggiunto in copia ed i vapori rutilanti seguitassero a sprigionarsi, quando si venne a stillarvi qualche goccia di acido solforico, immediatamente si manifestò l'odore del gas solforoso.

Fra i varî espedienti per le materie somiglianti alle indicate, uno consiste, dopo la concentrazione ad estratto, nell' introdurle nella storta, aggiungervi l'acido solforico, chiudere il tubulo indi scaldare a poco a poco il bagno d'olio della storta medesima, procurando che la reazione avvenga con lentezza acciò non ne succeda il trabocco, e facendo sciogliere il gas solforoso nell'acqua distillata dell'ultima boccia. Dato che il trabocco non si faccia, ed atteso il punto in cui l'acido solforoso non si svolge più che pochissimo, si muta la boccia indicata sostituendone un'altra con acqua pura, si connette la storta colla parte dell'apparecchio da cui scaturisce il gas cloridrico e si procede nel modo consueto. Siccome l'acido solforoso sarebbe in tale e tanta sproporzione da doversi consumare per distruggerlo una quantità strabocchevole di gas solfidrico e da precipitarsi grossi grumi di solfo elastico e tenace, ad evitare l'inconveniente gioverà far uso del cloro per convertirlo in acido solforico ; al quale effetto si prende la prima boccia dell'acqua in cui si sciolse quasi da solo, s'immerge fino a metà in vaschetta piena d'acqua fredda e vi si gorgoglia del cloro lavato, agitando di tempo in tempo fino a che l'odore solforoso rimanga sensibile appena; facendo l'ugual cosa colla soluzione cloridrica ottenuta nel seguito dell' operazione, se essa pure è troppo ricca di acido solforoso. Importa che il cloro non ecceda mai e che si mantenga bassa la temperatura per togliere il dubbio, che eccedendo avvenga dispersione di un poco di cloruro d'arsenico, e perchè torna utile che sopravvanzi un poco di acido solforoso indecomposto.

Un altro modo è quello, dopo alcalizzate e rinacidite le materie col loro liquido, di espellere i prodotti alcoolici per evaporazione, e poi saturarle a freddo col cloro, affine di ossidare i composti riduttivi. Allorquando si tocca il punto in cui il cloro tarda ad estinguersi, e la poltiglia liquida ne esala l' odore appena sensibilmente, si neutralizza con carbonato di soda puro fino a forte alcalinità, e si concentra a consistenza estrattiva, poi s' introduce nella storta per mezzo dell'imbuto, le si sopravversa l'acido solforico, si congiunge immediatamente il tubulo della storta colla parte dell'apparecchio d'onde si fa svolgere il gas acido cloridrico e si procede conforme dissi in addietro. Si può adoperare anche una soluzione concentrata di ipoclorito di soda, pure a freddo, osservando le cautele indicate pel cloro: anzi io mi valgo dell'ipoclorito dacchè l'operazione procede più speditamente.

Non si deve temere che l'arsenico (probabilmente trasformato da acido arsenioso in acido arsenico per opera del cloro) non possa indi convertirsi in tricloruro quando si viene alla distillazione, perchè l'acido solforico nel reagire sulla materia organica dà origine costantemente ad un poco di acido solforoso e ad altri prodotti riduttivi. Supposto poi che ciò non avvenisse, e che se ne abbia indizio dall'odore del gas cloridrico scioltosi nell'ultima boccia, si potrebbe sospendere l'operazione tra una carica e l'altra del sal comune, togliere il tappo col cannello che è nel tubulo della storta, e per questo aggiungere qualche cristallo di bisolfito di soda.

Alle volte le materie da cui si deve estrarre l'arsenico sono ossee, od in parte od in tutto. Ciò essendo, preferisco di tuffarle dentro un cilindro, che si empie di acido cloridrico diluito, acciò la sostanza calcare si sciolga. La reazione procede temperata e deve essere senza aiuto di colore, onde occorre che non si abbia fretta. Sciolta la sostanza calcare si feltra il liquido, si lava con acqua stillata la parte

indisciolta che si tagliuzza e si tiene a sè per introdurla nella storta a tempo debito, e frattanto si precipita la calce con acido solforico dal liquido acido, che poi si decanta e si satura con carbonato di soda puro, secco e polverizzato aggiunto a poco per volta ed agitando con bacchetta di vetro. Quando la saturazione è terminata e l'alcali eccede alquanto, si concentra a consistenza estrattiva in bagno-maria, si unisce colle materie solide e col feltro per cui passò il liquido acido, e si fa entrare ogni cosa nella storta nel cui tubulo s'infigge un tappo di sovero portante un tubo caricatore.

Potendosi sapere quanto di carbonato di soda occorse per saturare gli acidi cloridrico e fosforico, si potrà anche calcolare quanto abbisogni di acido solforico per decomporre il cloruro ed il solfato di sodio che presero nascimento.

Si fa cadere l'acido solforico nella storta con riguardo acciò la reazione non avvenga troppo vivace, e quando appaia cessata anche dopo un lieve scaldamento, si toglie il tubo caricatore e si congiunge la storta stessa colla sorgente di gas cloridrico osservando le norme già descritte e portando i due bagni di olio a 130°.

Avvertii non a caso di far cadere nella storta colle altre sostanze il feltro per cui passò il liquido acido, perchè se l'arsenico si fosse trasformato in solfuro, esso non sarebbe disciolto dall'acido cloridrico diluito, potrebbe restarvi sospeso in fiocchetti minuti, e quindi rimanere sulla carta insieme cogli altri frustoli che intorbidavano la soluzione cloridrica posta a feltrare.

Condotta l'operazione al punto che si abbia tutto l'arsenico nell'acqua, fattasi acidissima, della bottiglia ultima dell'apparecchio, si passa a precipitarlo, trasformandolo in solfuro, che si depone e si può raccogliere.

Prima di sottoporre la soluzione arsenifera all'azione dell'idrogeno solforato la fiuto, affine di assicurarmi se odori di acido solforoso; caso che non dia segno di contenerne ve ne aggiungo un poco, indi pongo la bottiglia in bagno-maria a 40° di temperatura e vi faccio gorgogliare il reattivo, sviluppato dal solfuro di bario col mezzo dell'acido cloridrico e lavato in acqua stillata. Quando si fosse certi che l'arsenico vi si contenesse in quantità discreta, l'acido solforoso a poco gioverebbe; se non che potendo esservene pochissimo, ad esempio una piccola frazione di milligrammo, esso acido solforoso contribuisce a farlo precipitare più sollecitamente e più compiutamente. E ciò avviene dacchè, decomponendosi coll'acido solfidrico dà origine a solfo che si depone, il quale appunto nel deporsi trae con sè il solfuro d'arsenico che s'ingenera, involvendolo a somiglianza di quanto fa l'albumina nel coagularsi, che trascina nel suo coagulo le particelle indisciolte e sospese nei liquidi torbidi.

Satura che sia d'idrogeno solforato la soluzione, si tappa la bottiglia con un sovero e si mette dentro stufa scaldata fra 35° e 40°, lasciandola per 18 a 20 ore; ma è necessario di verificare accuratamente se la saturazione sia reale od apparente. A tale effetto dopo di aver turata la boccia, si dibatte più volte, si lascia in quiete per 10 a 15 minuti, si sbatte, si odora e le si accosta alla bocca una carta imbevuta di acetato di piombo; dall'odore e dall'apparire o no dell'annerimento della carta si vedrà se debbasi o no rinnovare la corrente dell'acido solfidrico, acciò tutto l'acido solforoso rimanga decomposto, ed acciò il liquido contenga dell'acido solfidrico in eccedenza. Solo dopo tale accertamento, si collocherà la bottiglia nella stufa.

Nel giorno appresso in conseguenza del riposo e della temperatura tiepida il solfo

col solfuro d'arsenico avranno formato sedimento. Posto anche che il liquido apparisca limpido, sarà prudenza che sia feltrato. Si prende un piccolo feltro bagnato di acqua distillata, e si procede alla feltrazione, terminata la quale si viene ai lavacri, versando dapprima l'acqua nella boccia e da questa sul feltro, e continuando finchè l'ultimo lavacro non diventi opalino con qualche goccia di una soluzione di nitrato d'argento.

Se il sedimento di solfo è polveroso, non agglomerato, non tenace, si ripiglia con ammoniaca diluita, con cui si lava in precedenza la boccia e poscia il feltro, replicando più e più volte cioè fino a tanto che evaporatane qualche goccia su vetro d'orologio non fornisce neppure una traccia di residuo fisso. Con ciò tutto il solfuro d'arsenico trapassò sciogliendosi nell'ammoniaca, mentre sul feltro rimase il solfo libero.

Si evapora a mite calore ed in bagno-maria il liquido ammoniacale, si stacca il solfo dal feltro, si fa cadere in cassulina di porcellana, si bagna di acido nitrico un poco allungato e si scalda acciò succeda reazione; l'acido ossida parte del solfo e quella tenue quantità di solfuro d'arsenico, di cui l'ammoniaca non si fosse impadronita; si decanta, si lava con acqua il solfo non intaccato, si aggiungono l'acido ed il suo lavacro al prodotto che l'ammoniaca abbandonò nell'evaporare; l'acido scaldando ossida e converte il solfuro di arsenico in un misto di acido arsenioso e di acido arsenico, talvolta con separazione di qualche fiocchetto di solfo: in tal caso, si diluisce con acqua a caldo e si feltra, lavando accuratamente il feltro e poscia riconcentrando.

Frattanto fa duopo che si espella l'acido nitrico per intero, dacchè nell'apparecchio di Marsh turberebbe il buon andamento dell'operazione. Affine di riuscirvi in modo perfetto verso nella cassulina qualche centimetro cubo di acido solforico purissimo e scaldo su lampada: quasi tutto l'acido nitrico svanisce. Quando incominciano a rendersi palesi de' fumi bianchi, tolgo dalla fiamma, do tempo all'acido solforico di raffreddarsi, ed indi lo diluisco con un volume di acqua distillata. Se mai contiene dei composti nitrosi, essi si svolgono col vapore di acqua che s'innalza mediante il calore sprigionato dalla diluzione, e si manifestano dall'odore che è loro proprio; riconcentro di nuovo fino ai fumi bianchi e diluisco di nuovo con acqua; vi faccio cadere due o tre goccie di soluzione di acido solforoso o di bisolfito di soda e scaldo per l'ultima volta ad espellere il sovrappiù di acido solforoso. Finalmente un assaggio fatto colla brucina, mi dà la certezza della scomparsa perfetta dei prodotti nitrosi.

Dato che il solfo deposto nella reazione tra l'idrogeno solforato e l'acido solforoso contenuto nella soluzione cloridrica di cui parlai di sopra, fosse copioso, molle ed agglomerato, lo raccolgo ugualmente sul feltro, lo lavo con acqua nel modo già descritto e lo lascio così per 24 ore a temperatura ordinaria. Nel frattempo diventa fragile. Lo tolgo dal feltro, facendolo cadere in un mortaio di vetro o di porcellana e lo macino con ammoniaca diluita, seguitando a lungo la macinazione, decantando colle parti più assottigliate l'ammoniaca che rinnovo, e ciò per cinque o sei volte; getto il solfo sul feltro, feltrando anche il liquido ammoniacale e procedendo in appresso come già esposi.

Si può anche, allorquando il lavacro coll'acqua distillata abbia tolto l'acido cloridrico in maniera compiuta, aggredire con acido nitrico il solfo staccato dal feltro e quello aderente alla boccia, scaldare blandamente acciò il solfuro d'arsenico si ossidi e con ciò il metalloide si trasformi in acido arsenioso ed in acido arsenico.

Siccome una parte considerevole del solfo resta inossidata, cioè non disciolta, si diluisce l'acido con acqua, si versa ogni cosa su feltro, si lava questo fino a che il lavacro che passa non arrossa più la carta di tornasole, si concentra l'acido col suo lavacro, aggiungendo dell'acido solforico e si termina l'operazione in conformità di quanto descrissi di sopra ([1]).

Uso di non iscacciare l'acido nitrico per via di evaporazione a secco, per essermi avveduto che facendo in tal modo, si corre il rischio di perdere un tantino di arsenico di quello cioè che è in istato di acido arsenioso, il quale, come notai in altra mia Memoria ([2]), incomincia a vaporizzare lentissimamente a temperatura di 100°, svanisce in copia assai maggiore a 135°, a 150° e sempre di più col crescere del calore.

Allorquando le materie animali furono tenute a lungo nell'alcool od esaurite previamente con alcool, etere, cloroformio od alcool amilico affine di estrarne gli alcaloidi (come si fa nel *Processo generale*) avviene che, durante la reazione del gas cloridrico sulla poltiglia solforica nella storta, si svolgono prodotti volatili, di odore talvolta gradevole, tal altra, puzzolente, i quali si sciolgono nell'ultima boccia insieme col gas acido. In questi casi l'idrogeno solforato, che si adopera a convertire l'arsenico in solfuro dà origine a composti solforati di colore o giallo o di un rosso di mattoni ed anche bruniccio, i quali si depongono col solfuro arsenicale e col solfo ingeneratosi tra l'acido solforoso ed il detto idrogeno solforato. L'ammoniaca se ne impadronisce e passa gialliccia pel feltro, sul quale rimane un polviscolo di tinta gialla più e meno sporca. Pel timore che l' indisciolto contenesse traccie d'arsenico, trattandosi di composti di cui s'ignora affatto la natura, uso dopo i lavacri ammoniacali di rompere la punta del feltro e di farlo cadere nel recipiente insieme coll'ammoniaca, spingendovelo con un sottile zampillo d'acqua, poi evaporo ed ossido con acido nitrico.

Il processo di estrazione dell'arsenico quale fu esposto, sebbene paia un po' lungo e fastidioso, nondimeno nell'atto pratico corre discretamente spedito qualora si abbia acquistato la pratica di condurlo: inoltre torna vantaggioso per le tre ragioni seguenti.

1. Non si ha timore di perdita di arsenico, dacchè qualora non fosse stato trasportato totalmente nella boccia in cui si scioglie il gas cloridrico, la parte non trasportata rimane nella storta donde si può estrarre continuando la corrente del gas acido.

2. Il solo arsenico è convertito in cloruro volatile, onde esso soltanto accompagna il gas cloridrico: l'antimonio, il mercurio e lo stagno, sebbene propendano a formare cloruri volatili, nondimeno restano fissi nel residuo trattenutivi dalla prevalenza gagliarda dall'acido solforico concentrato, come già dimostrai in una mia Memoria precedente.

3. La squisitezza del processo è tale che si ragguaglia ad $\frac{1}{100}$ di milligrammo di anidride arseniosa mista con 100 grammi di materie animali; cioè col mezzo di

([1]) In altro lavoro descriverò la preparazione di un reattivo che precipita l'arsenico in istato di solfuro dai liquidi carichi di acido solfuroso, senza che si formi il magma di solfo, solito a prodursi tra il detto acido e l'idrogeno solforato.

([2]) Letta all'Accademia delle Scienze di Bologna e pubblicata negli Atti della medesima.

esso si giunge ad estrarne l'arsenico da $\frac{1}{100}$ di milligrammo dell'anidride nelle dette condizioni, che poi si converte in anellino, purchè si usi l'apparecchio di Marsh a norma delle disposizioni che sto per descrivere. Ottenni una volta anche l'arsenico da $\frac{1}{400}$ di milligrammo di anidride arseniosa.

Apparecchio di Marsh.

Prima d'accingermi alla descrizione del modo con cui soglio mettere in ordine l'apparecchio di Marsh premetto un' avvertenza, certamente inutile ai provetti ma non disutile ai giovani, ed è che necessita di assicurarsi in maniera assoluta, se lo zinco sia puro, essendomi accaduto qualche volta di riceverne da case commerciali accreditate come se fosse scevro affatto d'impurezze e che nondimeno conteneva traccie di arsenico. Fa d'uopo di fonderlo, granularlo e sottoporne 100 grammi almeno all'assaggio con acido solforico purissimo a cui si aggiunsero 6 volumi di acqua, in un apparecchio di Marsh quale designerò più avanti, regolando lo sviluppo in modo che la fiamma dell'idrogeno non oltrepassi un millimetro e mezzo di lunghezza, e continuando l'operazione fino a che tutto il metallo sia disciolto. Sarà bene ripetere l'assaggio una seconda volta per la maggiore sicurezza del risultato. Se lo zinco è privo affatto di arsenico, la parte del cannello in cui questo si dovrebbe condensare rimane perfettamente limpida; qualora vi apparisse un piccolo annebbiamento bruno, converrà ripetere l'operazione su 200 grammi del metallo, acciò si manifesti più spiegatamente l'anello.

Alcuni si contentano di porre in azione 25 grammi del metallo, ed altri di far camminare l'operazione per mezz'ora o tre quarti d'ora senza attendere che sia disciolto per intero; l'una cosa e l'altra non bastano a rendere tranquillo l'animo, poichè può succedere che tenuissime traccie d'arsenico contenute in quei 25 grammi non si facciano abbastanza palesi, e perchè certe volte l'arsenico, quando è in proporzioni minime, si fa manifesto soltanto nell'ultimo sciogliersi dello zinco.

Io purifico lo zinco come già pubblicai due anni or sono, col mezzo del sale ammoniaco. Prendo un crogiuolo di terra e vi faccio fondere il metallo, per un chilogrammo del quale prendo pure un pezzo del detto sale, grosso come una doppia noce, lo racchiudo in reticella di filo di ferro attaccata ad uno degli estremi di una spranghetta dello stesso metallo, l'altro estremo della quale afferro con una tanaglia lunga e robusta. Immergo il sale ammoniaco nello zinco liquefatto, fino a toccare il fondo del crogiuolo; succede un'ebollizione tumultuosa, ed il sale ammoniaco nel vaporare trascina seco l'arsenico in istato di cloruro. Cessata l'ebollizione, estraggo l'arnese di ferro e verso lo zinco nell'acqua fredda per granularlo, con che rimane lucido e bianco. Deve essere lavato due o tre volte e poi messo a seccare. Si perde pochissimo del metallo, non si forma dell'ossido, il crogiuolo rimane pulito tanto che può servire al medesimo scopo fino a che non soggiaccia a qualche crepatura.

Lo zinco se conteneva un poco di arsenico non solo rimane purificato per intero, ma oltre a ciò diviene facile ad essere attaccato dall'acido solforico, quasi che fosse stato platinato. Sembra che contenga dell' azoturo di zinco, poichè la sua soluzione

solforica fornisce dell'ammoniaca quando si sovrassatura con potassa caustica. Questa proprietà dell'essere facilmente intaccabile, mi condusse anzi ad eseguire il trattamento col sale ammoniaco quand'anche siane stata accertata la purezza, perchè mi risparmia il bisogno della platinatura affine di renderlo attivo.

Quando si abbia scevro affatto di arsenico e di agevole reagibilità, in allora si può adoperare nell' apparecchio di Marsh.

Varie sono le maniere con cui si congegna quest' apparecchio; io preferisco quella che verrò indicando. Prendo una bottiglia a due colli della capacità di circa 500 centimetri cubi, in uno dei colli innesto con tappo una canna di vetro un po' larga, terminata a punta aperta nel fondo e che porta un imbutino nell'alto ; la canna deve scendere nella boccia fino quasi a toccare i 50 grammi di zinco granulato che vi feci cadere in precedenza. Vi verso per l'imbuto tanto di acqua distillata da coprire il

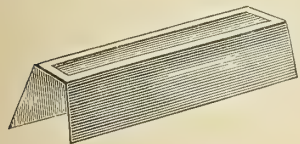
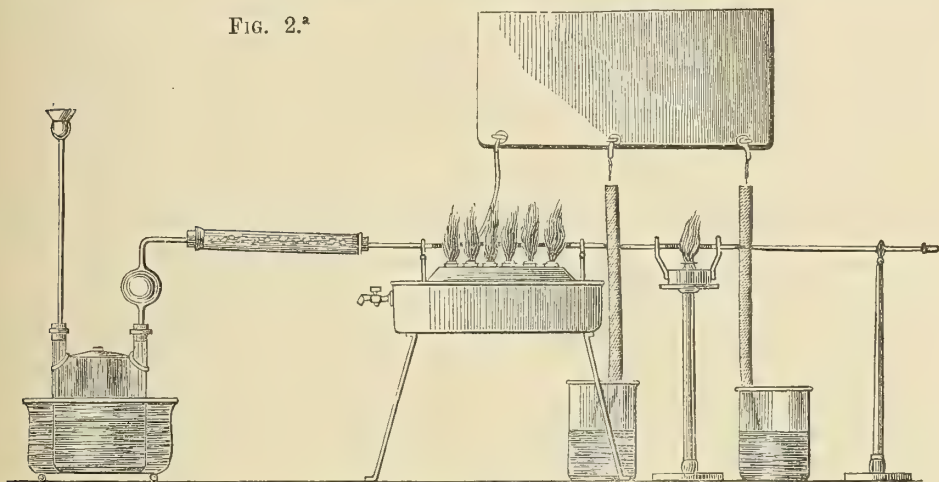



Fig. 2.ª

metallo e da chiudere la punta della canna. Nell'altro collo infiggo con tappo una piccola allunga che discende poco oltre il tappo stesso, e che per la sua bocca in alto è chiusa pure da un tappo portante un cannello di vetro piegato a gomito. In cambio dell'allunga mi valgo anche di una sfera di vetro della capacità di circa 100 centimetri cubi, soffiata in una canna che si lascia dritta da un lato e si piega a gomito dal lato opposto. Tale disposizione mi fu consigliata dal fatto, che certe volte quando la bottiglia è già piena a due terzi di liquido, nell'aggiungere nuovo acido solforico può improvisamente empirsi di spuma per un risveglio impreveduto e troppo vivace della reazione, tanto che una parte della spuma venga portata su pel cannello piegato a gomito, con danno evidentissimo del buon andamento dell'operazione.

La boccia deve stare immersa di continuo in un bagno di acqua fredda, che si deve rinnovare di frequente, acciò il liquido in reazione non si riscaldi spontaneamente oltre il 30°, punto nel quale l'idrogeno riduce l'acido solforico con isprigionamento d'acido solfidrico; effetto che si deve evitare a qualsivoglia costo, dacchè, da quanto dimostrai in una mia Memoria letta all' Accademia dei Lincei, l' acido

solfidrico rende straordinariamente più gagliarda la tendenza dello zinco a reagire, ed anche perchè quella parte dell'acido arsenioso che non fu per anco ridotta, si convertirebbe in solfuro, il quale stentatamente andrebbe decomponendosi per opera dell'idrogeno nascente. È anche precauzione utile quella d'avere un poco di ghiaccio a propria disposizione per gettarlo nella vaschetta refrigerante qualora si scorgesse che lo sviluppo dell'idrogeno diviene troppo copioso ([1]); se non si ha del ghiaccio, si abbia almeno dell'acqua attinta di recente, che si farà cadere sulla bottiglia dopo di avere vuotata rapidamente con un sifone la vaschetta indicata.

Seguita alla parte orizzontale del cannello piegato una canna o tubo di vetro contenente dell'idrato di potassio in pezzetti per una lunghezza di 10 centimetri, e poscia di cloruro di calcio anidro ed in pezzetti per altri 6 od 8 centimetri, con un poco di cotone tra l'uno e l'altro ed anche in principio ed in fine. A questo tubo, che fa l'ufficio di essiccatore e di purificatore, succede la canna di vetro in cui si fa decomporre l'idrogeno arsenicato e vi si condensa l'arsenico; canna, la quale deve essere di vetro assai poco fusibile e di un diametro determinato. Il diametro che trovai più conveniente corrisponde a circa 4 millimetri per l'interno, con due strozzature od assottigliamenti, la prima a distanza di circa 40 centimetri dall'estremo che si connette col tubo essiccatore, e la seconda a distanza di circa 12 centimetri dalla prima: 10 centimetri più innanzi termina in punta affilata ed aperta, o meglio si unisce mediante budellino di gomma elastica ad un corto pezzetto di altro cannello del detto diametro a cui è saldato un beccuccio di platino. Ciascuna strozzatura è lunga da 3 a 4 centimetri, con un millimetro circa di diametro interno.

Il cannello in precedenza della prima strozzatura dev'essere avvolto da un nastro di lamierina di ottone, molto sottile, per la lunghezza di 30 a 32 centimetri, incominciando dal punto in cui esso si restringe per assottigliarsi e seguitando verso il tubo di essiccazione. Acciò la striscia della lamierina rimanga ben ferma e aderente si lega ai due capi con due o tre giri di filo di rame sottile e pieghevole.

La parte avvolta della lamina verrà scaldata al rosso per un tratto di 25 a 28 centimetri e non meno, o col mezzo di un fornello oblungo pieno di carbone acceso, ovvero con 6 fiamme di gas, oppure con una lampada ad alcool di 6 fiamme ([2]). Tra queste tre maniere di scaldamento mi valgo piuttosto della lampada ad alcool, perchè non si oltrepassa giammai con essa il grado di temperatura sufficiente alla perfetta dissociazione dell'idrogeno arsenicato; mentre colla fiamma del gas può accadere, che per le disuguaglianze della pressione nel gazometro (quando il laboratorio non ne

([1]) Nel versare il liquido arsenifero devesi procedere con grande riguardo, dacchè qualora contenesse l'arsenico in quantità abbondante sveglierebbe una reazione vivacissima, come fanno l'idrogeno solforato ed il fosforo. Nel caso che per troppo versarne la reazione siasi ringagliardita soverchiamente si diluisce con acqua l'acido della bottiglia, e si circonda questa di neve o ghiaccio pesto.

([2]) Il mio assistente sig. Cesare Stroppa fece alcune ricerche di confronto per riconoscere quale sia la importanza della estensione della parte scaldata del cannello pel decomporsi dell'idrogeno arsenicato e successiva posatura dell'arsenico. Provò che al di sotto dei 12 centimetri di scaldamento l'anello di $\frac{1}{25}$ di milligrammo di anidride arseniosa apparisce appena. L. Gautier insegnò pure di scaldare il cannello per la lunghezza di 25 centimetri.

possiede uno di proprio), essa all'improviso divenga troppo cocente e faccia rammollire il vetro tanto che il gas si dischiuda un foro d'onde fuggire, e mentre col carbone non è facile regolare la temperatura uniformemente, e neppure si ha modo (nel caso che il vetro si rammollisca e si fori) di togliere il fuoco colla necessaria rapidità e sostituire un nuovo cannello a quello che si è guastato.

La lampada a sei becchi è di ottone, della forma rappresentata dalla fig. 2 (pag. 173) e deve essere capace per tanto di alcool comune da durare da 5 a 6 ore; sta tuffata per un terzo dell'altezza in una vaschetta apposita nella quale l'acqua fredda si rinnova di continuo, ed acciò le fiamme non oscillino di soverchio anzi salgano dritte e ferme, vi si colloca a cavalcioni una specie di scrimaglio quale si vede in taglio nella stessa figura. Con una porticina mobile ed a scorsoio si chiude l'ultima fiamma verso la strozzatura, acciò non si estenda al di là del limite conveniente.

Per riscaldare il tratto infrapposto fra le due strozzature adopero una lampada a fiamma semplice ed eziandio ad alcool.

Ciascuna strozzatura è refrigerata di continuo dall'acqua fredda che discende da un serbatoio e cade gocciando dentro uno stoppino cilindrico come fu proposto da Bencini. Tale stoppino è lungo da 45 a 50 centimetri: a distanza di cinque centimetri circa da uno degli estremi ha due fori a rincontro, pei quali si fa entrare il cannello, spingendolo innanzi finchè coincida colla strozzatura da refrigerare. La parte alta e più breve si apre ad imbuto per ricevere il gocciolio dell'acqua, si restringe attorno alla strozzatura affine di abbracciarla strettamente, e poi scende chiuso a fettuccia fino ad un vaso sottoposto nel quale si va raccogliendo l'acqua refrigerante. L'esperienza mi provò che, osservando questa deposizione, l'arsenico si depone in anello più accumulato, più visibile e con pericolo minore di trasporto meccanico per opera della corrente gazzosa.

Avvertii, che giova il beccuccio di platino in fine, perchè torna opportuno di tenere sempre acceso l'idrogeno, essendo la lunghezza della fiamma un ottimo contrassegno per accertarsi se la reazione procede regolare, o vada languendo, o sia eccitata di soverchio, od anche non corrisponda all'attività tra lo zinco e l'acido; caso nel quale si avrebbe indizio di rottura del cannello. Giova il beccuccio di platino dacchè la punta del cannello essendo di vetro, nel continuare la fiamma del gas si rammollisce talvolta, si fonde e tende ad otturarsi.

Importa che il cannello stia alquanto declive verso la punta, acciò l'acqua scendente dallo stoppino refrigerante non tenda verso la parte calda, e che si abbiano due o tre cannelli per sostituirne uno nuovo a quello che è in posto non appena si riconosca che nella parte scaldata successe qualche inconveniente: si estinguono immediatamente le fiamme della lampada e si fa la sostituzione col massimo della sollecitudine.

Qualora si vegga che il liquido arsenifero contiene dell'arsenico in abbondanza (la qual cosa si presenta dall' apparire di un anello lucido e denso dopo circa 16 minuti, da che ne fu versata una parte nella boccia di sviluppo) conviene che si tralascino le aggiunte successive del detto liquido e si dia tempo allo zinco di sciogliersi per intero. Ciò avvenuto si spengono le lampade, si stacca dal tubo disseccatore il cannello in cui l'arsenico si è condensato, e si esamina se la pellicella

depostasi nella strozzatura sia talmente grossa da non comportarne una seconda la quale raddoppiandosi producesse ostruzione. Quando ciò si teme, si rinnova tanto la carica nella boccia, quanto il cannello, per ottenere un nuovo anello uguale al primo da un volume del liquido arsenifero pari a quello già adoperato nella operazione precedente.

Qualche tossicologo si diletta pur anco di produrre macchie arsenicali su pezzi di porcellana; è una soddisfazione di poco conto, svantaggiosa, dacchè o non si formano, quando l'idrogeno arsenicato è in tenuissima proporzione, o durante la loro formazione si perde del metalloide quando abbonda.

Per l'addietro, conseguito che si avesse un anello di aspetto metallico, rimanevasi in dubbio se di arsenico, di antimonio, di stagno, di mercurio, di zinco o di materia carbonosa: al presente tali sospetti mi sembrano infondati. Per l'antimonio, posto pure che si svolgesse dell'idrogeno antimoniato, esso non giungerebbe indecomposto fino alla parte calda del cannello, dovendo feltrare attraverso la potassa solida, che lo decompone interamente coprendosi di una patina nera, come fu verificato da Dragendorff. Se adunque la potassa rimane bianca dal principio alla fine, si ha certezza che non fu lambita dal gas antimoniale; se per l'opposto si vedesse imbrunita digradando verso il cannello, in ispecie sulle parti più esposte all'affluire del gas, in allora soltanto l'operatore deve sospettare del sussistere dell'antimonio, e procedere a riconoscere se l'anello ottenuto consti o di questo metalloide unicamente od eziandio di arsenico.

Circa al pericolo che si abbiano anelli dei metalli designati può dirsi che sia ben remoto od impossibile. Ne avveniva il trasporto quando non si anteponeva al cannello il tubo disseccatore colla potassa, e si produceva l'idrogeno coll'acido cloridrico e lo zinco: nelle condizioni attuali di operare, nessuno di quei metalli può valicare al di là del tubo mentovato, posto anche che qualche spruzzo del liquido in reazione giungesse fino ai primi pezzetti dell'idrato alcalino.

In ultimo, rispetto alla materia carbonosa, in qual modo potrebbe deporsi nella strozzatura, dacchè il liquido arsenifero è tale, che (come col processo da me descritto) non contiene traccia di materia organica o ne contiene pochissimo?

Ma per quanto concerne i falsi anelli, qualora si usi il mio processo sono impossibili, essendochè l'antimonio od i metalli rimangono, come accennai, nel residuo della storta.

Modo di valutare le quantità di arsenico ridotto in anello non apprezzabili col mezzo della bilancia.

La determinazione di una quantità in peso di una qualunque sostanza venefica, meno in certi casi eccezionali, non ha più quel valore considerevole che le si attribuiva in passato, in particolare per l'arsenico, dacchè non rappresenta di fatto che quel tanto di essa sostanza, che si giunse ad estrarre da una parte dei visceri o da qualche altra parte del corpo, non dimostra quale la dose onde fu somministrato e se fosse tale da produrre indubbiamente la morte. L'averla trovata prova che fu o data o presa dalla vittima; l'accumulamento in alcuni organi, che fu inghiottita od assorbita od iniettata, e ciò a distanza presuntivamente di un certo tempo prima

dell'effetto letale; ma questi dati non significano di più: per affermare che veramente fu la cagione della vita spenta occorre, che i sintomi precedenti all'ultimo respiro e le lesioni riscontrate nel cadavere concordino col fatto svelato dall'analisi chimica, od almeno coi sintomi o colle lesioni.

Chi dalla sola estrazione del tossico, sebbene risulti in quantità non piccola, argomenta risolutamente a dose mortifera, può commettere errore; di guisa che fa duopo procedere guardinghi assai, ed io lo consiglio, io che non taccio di essere stato una volta troppo corrivo nel mio giudizio, sebbene non lo pronunciassi in termini assoluti. Nondimeno può sorgere, o per dimanda del fisco o della difesa, che si debba venire alla determinazione quantitativa; quesito a cui non è difficile di rispondere allorquando fu raccolta e conservata tutta la sostanza venefica; scabrosa e pericolosa quando si va a tentone per averne distrutta una parte nelle reazioni.

Riducendoci al caso concreto dell'arsenico, se la quantità ottenuta si ragguaglia complessivamente ad $\frac{1}{2}$ milligrammo almeno, e qualora si abbia avuta la cura di ricuperare quello che si adoperò per le reazioni, si farà uso della bilancia, osservando i modi più opportuni di pesamento. Ma qualora pel minimo della quantità non fosse possibile di pesare, e ciò non ostante si reputasse utile un apprezzamento approssimativo del totale raccolto, si potrà attenersi all'espediente che sto per indicare e di cui mi giovai in una data occasione.

Si abbiano anellini arsenicali ottenuti da frazioni differenti del milligrammo di anidride arseniosa, corrispondenti ad $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$ di esso, e preparati diligentemente con cannelli di diametro e vetro uguali e strozzature di assotigliamento e lunghezza di apparenza e grandezza somiglianti, procedendo nel prepararli con quelle norme medesime e con quello stesso apparecchio che si preferisce per la condensazione dell' arsenico derivante dal prodotto arsenifero. Confrontando i diversi anellini che fanno da campioni con quelli ottenuti dall'operazione periziale, non sarà troppo presumere, se dal paragone si giudichi, che, per esempio, o si agguagliano a un di presso o differiscano alquanto poco più o poco meno, e da ciò arguire a quale delle minori frazioni del milligrammo sia lecito di approssimarne il peso. Forse parrà arrischiato il giudicare in tale argomento per via di paragone, non soccorrendo che l'occhio; tuttavolta, qualora si abbiano parecchi anelli di ciascuna frazione, qualora si operi, come dissi con apparecchio disposto in maniera identica, e quando si osservino contro la luce le sottigliezze relative dei velamenti formanti gli anelli, non pare che si debba temere di allontanarsi nella conclusione soverchiamente dal vero.

Con quali criterî si può stabilire che un dato anello consta d'arsenico.

Premesso che siasi proceduto all'estrazione dell'arsenico col metodo da me immaginato, o che pure si abbia prescelto un altro dei metodi moderni, e disposto l'apparecchio di Marsh col tubo disseccatore e purificatore, può affermarsi con sicurezza, che, formandosi un anello o piccolo o cospicuo nella strozzatura rifrigerata, deve essere indubbiamente del metalloide nominato. Ciò non toglie che non convenga di aggiungere qualche altra osservazione, la quale serva a prova di conferma, acciò la difesa

non trovi appiglio per contrastare la validità dell'asserto, ingegnandosi d'impressionare i giudici del fatto (giurati), o negando che sia stata riconosciuta a sufficenza la natura arsenicale dell'anello, od anche mettendo in sospetto la esattezza e diligenza dell'operatore. Ma siccome dall'altro lato importa quasi sempre che si conservi l'anello quando o se ne ottenne uno soltanto od anche i parecchi anelli, per confrontarli od esaminarli separatamente e poscia l'uno coll'altro, e perciò non paia conveniente di distruggerli per eseguire le diverse reazioni chimiche dalle quali si dimostra l'arsenico; enumererò con quali criterî si possa asseverare che sono di arsenico sebbene non si procedesse a discioglierli ed a trattarli coi reattivi.

1. Si notino il colore, la lucidezza e l'aspetto in genere degli anelli: devono essere di un grigio-bruno, non mai nero, talvolta pendente al gialliccio se molto esili, e più o meno luccicanti.

2. Se ne misuri la distanza dall'estremo scaldato del cannello, che sta verso la posatura arsenicale: suole essere in media di tre centimetri.

3. Se ne provi la facile volatilità: a questo effetto si ricongiunge il cannello con un apparecchio ad idrogeno, e si scalda l'anello con una fiammolina di 3 millimetri di altezza di una piccola lampada ad alcool: si vedrà, pel semplice accostare della fiammella, senza toccare la canna, l'anello trasportarsi rapidamente più innanzi a secondo del verso per cui cammina la corrente del gas.

Qualora poi si volesse per sovraggiunta una reazione chimica io m'attengo alla seguente:

Piego la canna in due punti ad angolo retto cioè dall'uno e dall'altro lato della strozzatura in cui sta raccolto l'arsenico, tanto da potere sprofondare la strozzatura stessa in un bagno di olio chiaro e poco colorato; la unisco per l'estremo non affilato con un apparecchio ad idrogeno e scaldo il bagno a temperatura la quale non discenda al disotto dei 250° nè travalichi i 255°, indi verso un poco di solfuro di zinco idratato, stemperato in acqua, nella boccia da cui si sprigiona il gas: l'anello arseniale a poco a poco, lambito dall'acido solfidrico, si converte in solfuro giallo senza che si dislochi menomamente. A questo grado di calore l'acido solfidrico misto con molto idrogeno libero non si scompone dacchè incomincia soltanto a dissociarsi a 270°, e l'antimonio rimane nello stato primitivo. Io istituii a quest'uopo delle esperienze precise dalle quali mi risultò quanto venni indicando [1].

[1] Volendo conoscere a qual grado di temperatura avvenga la trasformazione diretta dell'arsenico in solfuro, mediante l'azione dell'acido solfidrico, e se ad un tal grado l'antimonio si comporti in modo uguale, feci l'esperienza seguente:

Presi due cannelli di vetro, in uno feci deporre un sottile anello di arsenico, nell'altro un anello somigliante di antimonio, li piegai a forma di ‾|__|‾, in modo da poterli immergere in bagno di olio, che scaldai gradatamente tenendovi immerso il bulbo di un termometro a mercurio; comunicava ciascuno con uno dei colli di una bottiglia di Woulf, nel terzo collo della quale introdussi una corrente di acido solfidrico secco, misto con idrogeno: così essendo, ambidue ricevevano una quantità uguale del medesimo gas. Ecco ciò che osservai:

1. L'anello arsenicale cominciò lievissimamente ad ingiallire a temperatura di 225°; perdurando a lungo in tal grado la solforazione progredì, ma con tale e tanta lentezza da doversi accrescere il calore.

2. A 250° la solforazione dell'anello arsenicale si compì in breve tempo, cioè in non più di 5

Sebbene io pensi che la reazione descritta torni più che bastevole, insieme colle altre indicazioni per rendere incontrovertibile l'asseveranza, che l'anello o gli anelli ottenuti sieno d'arsenico, e mi sembri utile di non continuare più innanzi affine di conservarli quali testimonî di prova, e per la determinazione quantitativa caso che fosse domandata; tuttavolta per coloro, che non si reputassero pienamente soddisfatti, si può esperimentare il solfuro d'arsenico (prodotto nel modo indicato) coll'acido cloridrico in cui non si discioglie, coll'ammoniaca nella quale si discioglie per intero, e dalla soluzione ammoniacale procedere ad una successiva reazione. Vi si verseranno pertanto alcune goccie di una soluzione di nitrato d'argento neutro e puro, finchè, dopo avere agitato e depostosi il solfuro d'argento, una nuova goccia non v'ingenera precipitato di sorta: si feltra il liquido per feltrino piccolo che si lava; si satura adagio adagio il feltrato con acido nitrico diluito e con ciò si deporrà dell'arsenito d'argento di un bel giallo cedrino, solubile in un eccedenza dell'acido ed anche nell'ammoniaca. Si evapora in cassulina di porcellana l'arsenito col liquido, dopo di avervi aggiunte alcune goccie di acido solforico, fino ad espellere tutto l'acido nitrico e colle cautele già indicate in addietro, e poi si versa nell'apparecchio di Marsh affine di ricuperare l'arsenico in istato metalloico.

La reazione del solfuro d'arsenico col nitrato d'argento, testè descritta, riesce ben visibile qualora l'anellino arsenicale non sia troppo esile; nel caso opposto bisogna restringersi alla sua trasformazione in solfuro e conservarlo tale dopo averne provata l'insolubilità nell'acido cloridrico.

Alcuni tossicologi non si acquietano mai se non ottennero tutte le reazioni di cui è capace una data sostanza venefica, nè hanno torto, allorchè, per esempio, si tratta di materie le quali non si riesce ad estrarre in condizioni di purezza assoluta, aventi dei caratteri fisici male discernibili e che si possono confondere con altre somiglianti o per l'aspetto o per l'indole chimica od anche per qualcuna delle reazioni stesse a cui danno nascimento. Ma per l'arsenico sarebbe superfluo che si adoperasse e quasi si sprecasse quello che si raccolse per accertarsi che si scioglie nell'ipoclorito di sodio, che dà odore agliaceo nell'ardere, che si converte in un sublimato bianco scaldandolo dentro il cannello aperto ai due lati, ecc., dacchè qualora sia stato estratto o col mio processo o con altri, e l'apparecchio di Marsh abbia le disposizioni già mentovate, e l'idrato di potassio non mostri imbrunimento, non può che da esso venire l'anello, le cui proprietà fisiche e la cui reazione coll'idrogeno solforato sono più che bastevoli a più sicuramente verificarne la natura.

minuti; a 270° il solfuro formatosi cominciò a sublimarsi: tra 250° e 255° (in altra prova) la solforazione si compì in 25 minuti.

3. L'antimonio non si convertì in solfuro in veruno dei gradi mentovati e nemmeno a 340°.

4. La corrente dell'acido solfidrico deve essere molto lenta, dacchè, qualora fosse celere, il solfuro d'arsenico tenderebbe a sublimarsi alla temperatura stessa in cui si forma.

5. Il gas solfidrico sviluppato deve essere commisto con molto idrogeno, cioè si deve sprigionare da una bottiglia in cui reagisce dello zinco coll'acido solforico diluito ed in cui si aggiunge di tempo in tempo del solfuro di zinco stemperato in acqua. Con questa cautela, oltre a che il solfuro d'arsenico rimane fisso, il gas solfidrico non si dissocia, mentre se fosse da solo, si dissocierebbe facilmente tra 220° e 225°.

Osservazioni sul processo di Gautier.

Avendo voluto sperimentare il processo di Gautier tanto sulle materie animali fresche quanto sulle putrefatte e disseccate, ed avendolo dovuto usare nell'occasione di una perizia su parti diverse di un cadavere rimasto sepolto per due anni, il quale erasi piuttosto convertito in mummia che in ischeletro [1] feci con alcuni miei colleghi diverse osservazioni, d'onde fu manifesto non potersi in tali casi applicare con sicurezza di un buon risultato.

Le materie putrefatte per l'aggiunte dell'acido nitrico, poi dell'acido solforico ed in ultimo nuovamente dell'acido nitrico, seguendo appuntino le prescrizioni del Gautier, non si distruggono quasi mai al punto da formarsi quel residuo carbonoso, che poi, lisciviato con acqua calda, fornisce una soluzione del colore del vino di Madera d'onde l'acido solfidrico precipita tutto l'arsenico. Comunemente s'ingenera un residuo pecioso, o bruno o nero, che si scioglie in giallo bruno nell'acqua per oltre la metà del totale, che riconcentrato e ripreso con acido nitrico resiste tenacemente ad una maggiore distruzione, e non cede se non dopo trattamenti replicati ed uno scaldamento abbastanza gagliardo, perchè si possa temere qualche perdita d'arsenico. Allorchè per evitare questo gravissimo inconveniente, si ripete l'azione dell'acido nitrico, senza spingere troppo innanzi il calore, la soluzione acquosa ha la tinta del vino di malaga e l'acido solfidrico v'induce un precipitato giallo, il quale non contiene arsenico. Raccogliendo il detto precipitato su feltro, lavandolo con acqua tiepida fino ad esaurimento, e poscia digerendolo con ammoniaca, esso si discioglie in parte; evaporando la soluzione ammoniacale e versando dell'acido nitrico sul residuo, poi scaldando, si produce una soluzione giallastra e separazione di solfo; aggiungendo acido solforico e scaldando di nuovo, la materia s'incarbonisce, segno che il precipitato sciolto nell'ammoniaca racchiude sostanza organica. Lisciviando la materia incarbonita ed ossidata coll'acido nitrico e l'acido solforico (sempre usando le debite cautele acciò non avvenga dispersione di arsenico), espellendo gli ultimi residui dell'acido nitrico, mettendovi qualche goccia di bisolfito di soda, ed espellendo anche l'eccedenza dell'acido solforoso, poi sperimentando il liquido nell'apparecchio di Marsh, non si ha la più che tenue traccia d'arsenico.

In allora evaporando la soluzione d'onde l'acido solfidrico fece deporre il precipitato indicato di sopra, e sul residuo ottenutone, operando con acido nitrico e poi con acido solforico per meglio decomporre la materia organica che vi era rimasta, e provando il liquido finale nell'apparecchio di Marsh, l'arsenico si rende manifesto.

Ciò successe per due ricerche consecutive, e ciò conferma quanto io aveva annunciato in una mia Memoria precedente, che cioè se nel processo di Gautier non si spinge la distruzione della materia organica fino al punto che la soluzione acquosa abbia il colore del vino di Sciampagna, l'acido solfidrico o non ne precipita l'arsenico, o lo precipita solo incompiutamente. Si potrebbe obbiettare che in casi come

[1] La perizia a cui alludo fu fatta in compagnia dei professori Giacomelli, Bencini e Fabbri. Si dovette preferire il processo di Gautier, perchè costretti a lavorare in un Laboratorio fornito a sufficienza per un Istituto Tecnico, non per ricerche tossicologiche.

questi, ed in altri somiglianti, si può fin da principio insistere tanto coll'acido nitrico da raggiungere il limite occorrente alla distruzione dei prodotti organici; ma posso rispondere, che a conseguire l'effetto occorrerebbero due o tre giorni di trattamento nitrico, che qualora si scaldasse di troppo vi è rischio di perdite e che lo stesso insistere molto a lungo coll'acido nitrico sembra che realmente conduca ad una dissipazione totale dell'arsenico.

Per le materie mummificate s'incontrano i medesimi inconvenienti, sebbene a primo aspetto sembri che l'azione ossidante dell'acido nitrico dovesse procedere più facile e più rapida; si noti inoltre che succede un nuovo inconveniente inatteso, ed è, che allorquando la reazione arriva al punto di ridurre la massa quasi secca e pressochè incarbonita, si svolge spontaneamente una combustione vivace sebbene siasi tenuta moderata la temperatura nello scaldamento; combustione accompagnata da deflagrazione che incomincia da uno o da più punti e si propaga in un attimo per tutto il residuo. Tali osservazioni vennero fatte coi nominati professori, miei colleghi in una perizia.

Si vede adunque che il processo mentovato mentre corrisponde per le materie fresche non è da adottarsi per le putrefatte e le mummificate.

Peggio ancora per quelle che furono conservate per lungo tempo nell'alcool, ad esempio, per un paio d'anni. Evaporando il liquido, insieme colla materia solida tagliuzzata, fino a consistenza di estratto molle e poi aggredendolo dell'acido nitrico e dell'acido solforico conforme alle prescrizioni del Gautier, piglia nascimento quel prodotto pecioso che indicai, e che per quanto si riossodi coll'acido nitrico e sembri ridotto in massa carbonosa, nondimeno si scioglie nell'acqua in bruno e quasi completamente. Volendo pure conseguire una distruzione più profonda, ripetendo i trattamenti nitrici ed incalzando il calore, certamente si riesce all'effetto; se non che quando si viene a cercare l'arsenico non si trova più. Avendo preso parti uguali di visceri primitivamente non putrefatti, derivanti dal cadavere di persona avvelenata coll'arsenico e tenuti in vaso di vetro con alcool per due anni, d'onde però l'alcool era svanito quasi del tutto, trattando una di tali parti col processo di Gautier e l'altra col mio processo, dalla prima non si ottenne punto del metalloide, mentre dalla seconda si ebbe un bel anello da potersi ragguagliare a circa $\frac{1}{6}$ di milligrammo. Anche il presente fatto dimostra sempre più come sia opportuno di non valersi del metodo di Gautier allorchè le sostanze animali non sono recenti.

RIASSUNTO

1. Il processo di estrazione dell'arsenico dalle sostanze animali stemperate nell'acido solforico e col mezzo di una corrente di gas acido cloridrico, quale fu descritto in questa Memoria sembrami il più sicuro di quanti se ne conosca.

2. Per la squisitezza raggiunge un grado che fino ad ora non era stato conseguito nelle ricerche tossicologiche dell'arsenico, essendo che si arriva con esso ad ottenerlo in forma d'anellino da $\frac{1}{100}$ di milligrammo e talvolta da $\frac{1}{400}$ di milligr. di anidride arseniosa commista a 100 grammi delle dette sostanze.

3. Qualora sia condotto colle norme occorrenti, l'arsenico solo si converte in composto volatile, che il gas cloridrico trasporta fuori dalla massa, separandolo compiutamente dall'antimonio e dai metalli venefici.

4. Perchè l'apparecchio di Marsh possa indicare le minime quantità di arsenico, esistente nella corrente del gas idrogeno in istato di idruro volatile, fanno d'uopo alcune avvertenze circa la lunghezza necessaria del tratto scaldato nel cannello, il diametro dello stesso e delle strozzature, la refrigerazione di queste e la regolarità moderata della reazione tra zinco ed acido solforico; trascurando le quali si corre pericolo di perdere una parte dell'arsenico reso libero.

5. Lo zinco deve essere provato con grande accuratezza, ed a purificarlo, non che a renderlo più attivo, si usa il sale ammoniaco che s'immerge in pezzi nel metallo fuso.

6. Per valutare il peso approssimativo di tenuissime proporzioni di arsenico in forma di anellini, allorchè colla bilancia non vi si riesca, si può conseguire lo scopo mediante il paragone con altri anellini ottenuti da date frazioni di milligrammo di anidride arseniosa.

7. Importando di conservare gli anelli arsenicali ottenuti, si può dimostrare che sono di arsenico, desumendolo dai risultati a cui conduce il processo qui descritto, dalle disposizioni dell'apparecchio di Marsh, e dalle proprietà fisiche della posatura anelliforme.

8. Volendo che una reazione chimica ravvalori gli argomenti accennati nella proposizione precedente, si opererà sopra uno degli anellini con una corrente d'idrogeno misto di gas solfidrico, a temperatura di 250°; essendo che a questo grado di calore, l'arsenico metalloico si converte in solfuro, mentre l'antimonio rimane inalterato, e l'acido solfidrico diluito nell'idrogeno non si dissocia ne' suoi elementi deponendo del solfo.

9. Allorchè si deve procedere su materie putrefatte o le quali stettero a lungo nell'alcool, abbisognano operazioni speciali, che si fanno precedere al trattamento cogli acidi solforico e cloridrico: nel caso poi, che si sviluppi durante la reazione dell'acido solforoso in copia, conviene estinguerlo per la massima parte col cloro o coll'ipoclorito di soda.

10. Per le materie in tali condizioni, il processo di Gautier non può essere adoperato o perchè è troppo difficile condurre l'incarbonimento fino al punto necessario, o perchè dovendosi insistere di soverchio coi mezzi ossidanti affine di distruggere sufficientemente la parte organica, avviene in allora che l'arsenico si disperda quantunque si evitino il cloro ed i composti clorati.

Della distribuzione delle acque nel sottosuolo dell'Agro romano e della sua influenza nella produzione della malaria.

Memoria del Socio CORRADO TOMMASI-CRUDELI

letta nella seduta del 6 aprile 1879.

I.

Gli studî fatti sinora per determinare la natura dell'agente specifico che produce la infezione propria delle febbri da malaria, non hanno condotto a risultati sicuri. Alcune osservazioni ed alcune analogie rendono probabile che questa infezione sia *micotica*, cioè venga prodotta dalla introduzione nell'organismo umano dei germi (micrococchi o batteri) di un essere vivente della classe degli Schistomiceti, e dalla possibilità offertagli di stabilirvi numerose colonie. Onde però questa ipotesi sia convertita in teoria scientifica, è indispensabile provare che, fra i tanti germi di Schistomiceti che si trovano sospesi nell'aria dei luoghi palustri, ve ne sono alcuni i quali, mediante culture appropriate, possono dar luogo allo sviluppo di una pianta ben distinta dalle sue congeneri, sia pei suoi caratteri botanici, sia per la facoltà di produrre, senza intervento di altre sostanze, la infezione malarica. Questa prova manca tuttavia, e finchè non venga data, è impossibile decidere se la infezione da malaria sia dovuta ad un fermento non vivente, o ad un parasita vegetabile.

Qualunque sia per essere il risultato finale delle ricerche che verranno fatte per giungere a stabilire la natura di questo agente malefico, ciò che sopratutto interessa l'igiene e l'economia sociale, è di studiare le condizioni dalle quali dipende la sua produzione, nelle varie località dove la presenza di esso è rivelata dai suoi effetti sulla salute umana.

Questo studio non si può dire ancora compiuto nell'Agro che circonda la nostra città, e la infesta per alcuni mesi dell'anno colle sue emanazioni nocive. Esso ha progredito molto negli ultimi sessant'anni; per opera sopratutto di Brocchi, Ponzi, Pareto, Giordano e Canevari, che hanno illustrata la geologia, la topografia e l'idrografia del suolo romano, ed hanno fornito agli igienisti ed agli ingegneri agronomi elementi preziosi per le loro osservazioni ed i loro sperimenti. A questa schiera di uomini benemeriti si è aggiunto negli ultimi tempi l'ingegnere Di Tucci, il quale ha riunito una nuova serie di osservazioni scientifiche e pratiche interessantissime, in un libro che riesce eminentemente istruttivo per chiunque voglia rendersi esatta ragione dello stato fisico della Campagna di Roma [1]. Ciò nonostante resta ancor

[1] P. Di Tucci, *Dell'antico e presente stato della Campagna di Roma, in rapporto alla salubrità dell'aria e alla fertilità del suolo.* Roma, tipografia editrice romana 1878.

molto a fare, e quello che anzitutto occorre di fare, è di adoperarsi con pazienti ed industri ricerche a dileguare una quantità di pregiudizi che dominano, anche fra persone coltissime, nelle quistioni relative all'Agro romano; pregiudizi tali che appena si potrebbero creder possibili, se i lavori di quegli egregi che ho citati non fossero mai stati fatti di pubblica ragione.

Il più divulgato di questi pregiudizi è l'opinione che l'Agro romano sia una pianura. Sembra che un tal pregiudizio si sia fatto strada anche nelle regioni governative, poichè nella « Monografia della città di Roma e Campagna romana » inviata dal nostro governo alla ultima Esposizione universale di Parigi è scritto a pag. XCV:

« Le regioni nelle quali ci pare opportuno di dividere la provincia di Roma sono « tre, e precisamente:

« 1° Regione della *pianura*, comprendente il così detto Agro romano e le paludi « Pontine ».

Non si tratta dunque di un pregiudizio volgare. Eppure, anche una semplice ispezione della carta topografica dell'ingegnere Canevari annessa a quella Monografia insegna che appena un sesto dei terreni dell'Agro è in pianura, e che il rimanente dell'Agro è formato da colli che spesso, per la loro elevazione e per la ripidezza dei loro fianchi, meritano il nome di *monti* che ad essi danno i nostri campagnuoli. Siccome però queste colline sono pressochè tutte a pascolo, le differenze di livello delle loro cime non appariscono molto sensibili all'occhio, quando si guarda la Campagna di Roma da un'altura, o la si vede dalla strada ferrata. L'impressione che ne riceve chi si limita a questo esame superficiale, è quella di una pianura uniformemente inclinata, dalla corona di alte montagne che cinge l'Agro, fino al mare.

Nemmeno le nozioni più esatte che molti hanno sulla struttura dell'Agro possono avvantaggiarli nella conoscenza delle cause che vi favoriscono la produzione della malaria, quando tali nozioni sono derivate soltanto da studî fatti a tavolino, e non dallo studio dei luoghi. Infatti, quando uno abbia attentamente esaminate tutte le migliori carte geologiche e topografiche che possediamo sinora, non può far a meno di rivolgere a se stesso questa domanda:

Come mai la malaria imperversa nell'Agro che circonda Roma, mentre le Paludi Pontine e gli stagni di Ostia, Maccarese etc. sono così lontani da Roma, e mentre in tutto il resto dell'Agro non si trovano che i pochi e rari terreni acquitrinosi segnati dalla carta di Canevari nelle valli e nelle vallicelle? D'onde mai, mentre cinque sesti di questo Agro sono formati da terreni elevati nei quali non vediamo tracciati che dei fontanili, proviene l'endemia?

Quelli i quali sanno che l'agente della malaria è casalingo; che esso non esercita la sua azione nociva a grande distanza dai luoghi nei quali venne generato, se non in casi rarissimi; che è capace di produrre delle *endemie*, ma non delle vere *epidemie*, non possono dar risposta a questa domanda.

Altri i quali non ricordano queste caratteristiche speciali del così detto miasma palustre, per spiegare come esso agisca con tanta potenza nell'Agro romano ed in Roma stessa, hanno immaginato che i venti di sud e sud-owest ve lo portino dalle Paludi Pontine e dagli stagni del littorale, ovvero vi conducano i miasmi palustri prodottisi in Affrica. La prima ipotesi non è appoggiata ad alcuna prova di fatto,

ed è contradetta da molti fatti. La seconda è assurda. Marsala e Napoli, le due città d'Italia più dominate dai venti affricani non soffrono di malaria, e nessun capitano di mare ha mai vedute epidemie malariche nella sua ciurma, quando il Mediterraneo vien spazzato per più giorni di seguito da quei venti. Quindi è assurda l'idea di difender l'Agro e Roma da questa supposta malaria affricana, per mezzo di foreste littoranee che si vorrebbero fare agire come filtri depuratori di queste arie malefiche; e tanto più assurda, in quanto che la maggior parte dell'Agro e di Roma stessa, si trova ad un livello più elevato delle più alte cime degli alberi che dovrebbero formar queste foreste protettrici.

Quella domanda però trova la sua risposta quando si procede allo studio particolareggiato dei fatti.

L'aria dell'Agro e della città di Roma che si trova in mezzo ad esso, è malsana perchè, indipendentemente dalle paludi Pontine e dagli stagni e terreni paludosi situati alla periferia di quest'Agro, esso contiene migliaia di piccole paludi che nessuna carta ha tracciate fin qui. È alla somma degli effetti prodotti da queste migliaia di focolai di infezione, sparsi in tutto il paese intorno Roma, che si deve la malaria romana.

La pianta topografica della tav. I dove è figurato un pezzo della Campagna di Roma intorno Galera, dimostra ad evidenza questo fatto. Se si paragona questa pianta colla porzione corrispondente della carta topografica di Canevari, sarà facile notare una cospicua differenza fra le due. Infatti, nella carta di Canevari, si veggono in questo tratto di paese soltanto due strisce di terreno acquitrinoso nel piano della Valle dell'Arrone. Le proporzioni maggiori che ho date alla mia carta hanno reso possibile di tracciarvi esattamente tutte le quote altimetriche. Così ho potuto fissare esattamente la posizione di quarantacinque acquitrini che sono vere paludette, le quali si formano costantemente nella stagione delle pioggie, e nelle quali vegeta una quantità variabile di piante palustri. Oltre a ciò si veggono nella carta vaste estensioni di terreno, alcune delle quali situate ad un livello superiore al piano della valle, che per gran parte dell'anno sono mantenute in uno stato di continuo inzuppamento.

Si noti che io ho riprodotto questo pezzo della Campagna, per dimostrare le differenze che si riscontrano nella formazione degli acquitrini delle colline romane, secondo la natura dei terreni che le costituiscono. Un buon quinto di questa pianta è perciò occupato da lave, sulle quali le acque non ristagnano mai. Se avessi raffigurato invece uno spazio delle stesse dimensioni occupato soltanto da tufi vulcanici e da terreni sedimentari, il numero di questi impaludamenti sarebbe stato maggiore.

La formazione di essi è dovuta infatti alle qualità del suolo sottostante allo strato di terreno vegetale che ricuopre i poggi della Campagna, cioè i cinque sesti di essa. Della sottigliezza che questo strato ha sui tufi ci si può fare giusta idea, esaminando le fig. 1, 2 e 3 della tav. I, e le fig. 1 e 2 della III. Sono spaccati di colline, scelte fra quelle nelle quali la conservazione di questo terreno vegetale è maggiore; eppure, dovunque esso riposa sul tufo, non è stato possibile nemmeno accennarlo, colle proporzioni date a queste figure. Dove questo strato riposa su lave, esso rimane asciutto, anche nella stagione delle grandi pioggie, perchè l'acqua filtra prontamente a traverso le fessure verticali della lava. I pascoli che ricuoprono queste colline di

lava sono i più bei pascoli invernali della Campagna romana, e ci presentano spesso l'immagine di una bella vegetazione primaverile in pieno inverno. Ma questa è l'eccezione. Nella maggior parte dell'Agro le colline sono formate da tufi vulcanici (fig. 1 della tav. I) talvolta ricoperti da pomici (fig. 1, 2, 3 della tav. III); ovvero da strati alternanti di marne ed argille *(crete)*, talvolta ricoperti sulla sommità della collina dal tufo vulcanico (fig. 2 e 3 della tav. I) od invece da sabbie gialle e da ghiaie, come p. es. a Monte Mario ed al Gianicolo. I tufi vulcanici che predominano nell'Agro romano sono permeabili all'acqua, ma lo sono molto meno del terreno vegetale che li ricuopre; e meno permeabili ancora dei tufi sono le marne e le argille, quando, a stagione piovosa inoltrata, si sono imbevute d'acqua ed hanno perduta quasi ogni porosità. L'acqua di pioggia che cade sulle colline penetra facilmente e rapidamente a traverso tutto lo strato del terreno vegetale, ed anche a traverso gli strati di pomici vulcaniche, dove esse esistono; ma giunta alla superficie del tufo o delle crete, non può continuare a penetrare nel suolo colla stessa rapidità. Quindi, appena le pioggie cominciano a spesseggiare, una parte ragguardevole dell'acqua piovana viene tenuta in collo dal sottosuolo, e tende ad accumularsi in maggiore o minor quantità fra questo ed il soprassuolo. Talvolta quest'acqua tenuta in collo resta in sito, perchè le inclinazioni della superficie del sottosuolo poco permeabile (spesso molto diverse dalle inclinazioni della superficie del soprassuolo) formano una specie di conca, dove essa rimane lungamente raccolta; e quindi non di rado avviene di vedere degli acquitrini prodursi anche sulla cima dei poggi. Ordinariamente però le pendenze del sottosuolo son tali da non permettere all'acqua di ristagnare così. Si formano allora dei veli d'acqua che scorrono fra gli strati inferiori del terreno disgregato e la superficie del sottosuolo, e tendono a discendere a valle. Dove la inclinazione della superficie dei tufi o delle crete è abbastanza uniforme, la discesa di queste acque sotterranee avviene senza ostacoli, ed esse si accumulano alla base della collina formandovi degli acquitrini (fig. 2 e 3 tav. I), o producendo delle fontane che durano generalmente dalla fine di novembre alla fine di maggio. Talvolta, alla formazione di questi acquitrini e di queste fontane, concorrono le acque che si sono accumulate al di sotto della base della collina per filtrazione lenta delle pioggie a traverso tutta la massa della collina stessa, o che vi sono penetrate da remoti serbatoi [1]. In tal caso le fontane sono perenni (fig. 3*c* tav. III), e vennero anche in antico utilizzate per alimentare delle grandi vasche d'irrigazione (fig. 1*a* tav. III), che adesso si trovano coperte dai terreni di erosione accumulatisi nelle valli.

[1] La quantità delle acque che imbevono il suolo dell'Agro romano, od alimentano alcuni dei corsi d'acqua che lo traversano e le molte fontane perenni che meravigliano in un terreno così spogliato (come p. es. quella grandissima di Mezzaluna tracciata nella carta topografica della tav. I), è veramente sproporzionata alla quantità delle pioggie che cadono sull'Agro propriamente detto. Questa sproporzione ha colpito gli osservatori già da qualche tempo, ed anche il comm. Canevari nel suo scritto « *Sulle condizioni altimetriche dell'Agro Romano*. Roma 1874 », notava che *un gran cumulo di acque forestiere si fa strada nel sottosuolo della Campagna di Roma*. Quale è l'origine di queste acque? L'ipotesi più probabile è quella affacciata dall'ingegnere Di Tucci, e da lui sostenuta con validi argomenti nel capo V del suo libro (opera citata pag. 65), che esse cioè provengano dai crateri Sabatini e Laziali, convertiti adesso in laghi, od in bacini privi di scoli superficiali, quali p. es. i campi di Annibale, la valle di Ariccia, gli antichi laghi di Giuturna e di Regillo.

Raro è però che la inclinazione della superficie dei tufi o dei terreni sedimentarî sia così uniforme, da permettere la libera discesa di tutte le acque piovane tenute in collo da essi, fino alla base dei poggi. Gli sconvolgimenti ai quali il sottosuolo dell'Agro romano fu assoggettato, specialmente per l'azione dei due centri di vulcanismo che si trovano al nord-ovest ed al sud-est di esso, sono stati così grandi da determinare una varietà grandissima in queste inclinazioni. Esse hanno spesso direzioni diverse, e talvolta ne hanno una opposta a quella della inclinazione del soprassuolo. Allora molta parte delle acque piovane che scorrono al di sotto di questo, non può discendere fino alla base della collina, e pullula o si accumula a mezza costa *(in falda)*. Così si formano a varie altezze, e spesso ad altezze ragguardevoli, degli acquitrini che hanno tutti i caratteri delle paludi (fig. 1, 2, 3 tav. I: fig. 1, 2, 3 tav. III). Molte specie di piante palustri vi crescono, e spesso vi si vede prosperare il giunco proprio degli acquitrini di montagna *(Juncus effusus)*.

Cessata la stagione delle pioggie, tutti questi acquitrini situati in falda o alla base delle colline, si convertono in pantani, nei quali, mentre gli strati superficiali si asciugano e si screpolano, gli strati più profondi conservano tanta umidità da poter convertirsi, mediante l'azione combinata dei calori estivi e dell'aria che penetra a traverso le crepacce del suolo fino ad essi, in un campo favorevolissimo alla produzione della malaria.

Quando si pensi che nel piccolo spazio figurato nella tav. I, sebbene per le ragioni anzidette esso non sia dei più acquitrinosi, si trovano 45 di questi acquitrini costanti (oltre ad estesi tratti di terreni acquitrinosi) si può facilmente argomentare quanto grande sia il numero di tali focolai d'infezione malarica nei 212,350 ettari che formano il territorio dell'Agro romano. Il fatto è agevolmente verificabile; perchè questa e le altre figure da me prodotte, sono relative a parti della Campagna non molto distanti da Roma, che si trovano su vie postali, ovvero in vicinanza di esse. Ed il fatto è tale, che basta da solo a rispondere alle asserzioni di alcuni ultra-conservatori i quali, per un interesse assai malinteso, pretendono sostenere che le cose vanno qui come nel migliore dei mondi possibile, e che *acque non ristagnano, acquastrini sono nulli* nell'Agro che circonda Roma ([1]).

Non è meraviglia quindi se nell'Agro, anche a grande distanza dagli stagni e dalle paludi, regna la malaria, e se vi regnò sempre. Lo stato fisico del suolo romano è certamente alterato dopo l'abbandono di tanti secoli, ma le condizioni fondamentali della produzione della malaria vi esistettero sempre, e sempre, in maggiore o minor grado, influirono sul clima del luogo. La malaria, fin dai primi tempi di Roma, è un genio malefico che si chiama la Dea Febbre, alla quale si rivolgono preghiere e voti, e si inalzano templi perchè tratti più benignamente la povera gente posta a sua discrezione. I primi Romani fondano la loro città su di un colle (il Palatino) che è detto luogo salubre in mezzo ad una regione pestilenziale ([2]). È a credere che

([1]) Vedi « *Osservazioni sull'esecuzione della legge* 11 *dicembre* 1873 *pel bonificamento dell'agro romano* » presentate al Governo dalla Camera di commercio ed arti di Roma. Roma, tipi Salviucci 1879 pag. 12.

([2]) *Locum in pestilente regione salubrem.* Cicerone.

questa salubrità fosse molto relativa, perchè ai piedi della collina v'era allora la palude del Velabro che più tardi fu dovuta asciugare con opere idrauliche del periodo dei Re. Ragioni militari ed interessi commerciali indussero quel fortissimo ramo della stirpe latina a stabilire la sua dimora in questo punto del confine fra il Lazio e l'Etruria, senza preoccuparsi troppo della amenità o della salubrità del luogo. Lo stesso fatto, e per ragioni consimili, si verificò in Italia per le colonie greche di Selinunte e di Posidonia *(Pesto)* che vennero fondate e prosperarono poi in regioni che furono anco in antico malsane; ed in tempi più vicini a noi si riprodusse nel Messico, dove Vera Cruz nacque e crebbe quasi a dispetto della febbre gialla. Come avviene dovunque una razza forte ed intraprendente vuol tenacemente mantenersi in una regione insalubre, ha luogo nella successione dei tempi una cèrnita naturale, che rende quella razza meno suscettibile all' azione della causa specifica di tale insalubrità. Di generazione in generazione il malore endemico spazza via, o rende impotenti a propagarsi, gli organismi che offrono la minor somma di resistenze a quella speciale aggressione: cosicchè, dopo un tempo più o meno lungo, quella razza umana si compone esclusivamente dei figli di coloro che possedevano la maggior somma di queste resistenze organiche appropriate, e le trasmessero per eredità ai nati da loro. Questo aumento progressivo della resistenza organica, rapporto ad una causa specifica di malattia *(immunità relativa)*, si verifica in tutte le razze umane ripetutamente aggredite da una data maniera di epidemia. Lo si riscontra ancora nelle razze che da lungo tempo sono sottoposte alle aggressioni di una endemia, sia pure la più terribile delle endemie, quella della febbre gialla. Qui nel territorio romano, questa cèrnita naturale prodotta dalla malaria si effettuò in una razza, che fin dall'origine, mostrò una straordinaria vigoria di corpo e di spirito, ed i risultati di questa cèrnita furono i più meravigliosi che la storia naturale dell'umanità ricordi. Si formò un popolo che per vigoria di corpo, elevatezza morale, qualità militari e sapienza civile, non ebbe rivali nel mondo antico; e che anche oggi, dopo le vicende che ha traversate nei 14 secoli decorsi dalla caduta dell'Impero, e vivendo in una regione che è divenuta certamente più malsana di quello che in antico non fosse, mantiene la sua forte impronta originale e ci presenta spesso il tipo della maschia bellezza dei legionarî, ed esempî di bellezza muliebre tali da sembrare incarnazioni della Giunone Ludovisi [1]. Un popolo così temprato dovè risentire gli effetti nocivi della malaria meno di altre razze non così riccamente dotate; ma, sebbene la malaria romana non fosse certamente così infesta allora come adesso, li risentiva. Siamo

[1] Nelle Paludi Pontine, dove la ubertosità del suolo ha indotto una razza energica di uomini a sfidare pericoli molto maggiori di quelli che si incontrano nell'Agro romano propriamente detto, si possono studiare assai bene gli effetti di questa cèrnita naturale. Per esempio Sezze (l'antica *Setia*) situata sopra un colle il quale, come il Palatino della Roma primitiva, è salubre sebbene appartenga ad una regione pestifera, è abitata da una popolazione dedita ai lavori campestri nella pianura sottostante. Le donne non prendono parte a questi lavori ed accudiscono soltanto alle faccende di casa. Gli uomini invece scendono a lavorare nel piano anche in estate, e sono decimati dalla febbre. Le donne di Sezze sono generalmente molto belle. Spesso se ne trovano che hanno avuto tre o quattro mariti successivamente, tanta è la strage che la febbre mena nel sesso virile: eppure ciò che ne resta è formato da uomini ben complessi, vigorosi ed operosissimi.

già al 413 anno dalla fondazione di Roma (339 av. Cristo): Roma ha già messo il piede in Etruria, ha conquistato il Lazio e la Campania, ed ha ripreso ai Sanniti la città di Capua, arresasi ai Sanniti per capitolazione. Dopo la vittoria che condusse alla rioccupazione di Capua e del suo territorio, i legionarî romani, allettati dalla bellezza e dalla fertilità dei luoghi, vorrebbero stabilirvisi, tumultuano, e domandano se sia giusto che della gente la quale non ha saputo fare altro che capitolare, abbia a godersi quelle delizie; mentre essi, logorati dalle fatiche della guerra, debbono tornare a lavorare il suolo *sterile e pestilente* che circonda Roma, ovvero subire dentro Roma le angherie crescenti degli usurai [1]. Più tardi, imperante Augusto, quando già Roma ha compiuto le sue più grandi conquiste, e l'agro che circonda la città dominatrice del mondo antico ridonda di amene ville e di variate culture, e le bonifiche agrarie ed igieniche dovevano già essere molto avanzate, si lamenta la mortalità prodotta dalle febbri dell'ottobre [2]. Forse di perniciosa morì Tito (anni di Cristo 81), che fu colto improvvisamente dalla febbre mentre traversava la campagna per andare alle sue terre Sabine, e morì appena giunto alla sua villa di Cutilia. E dieci anni più tardi (anni di Cristo 91) si loda Nerva per avere rimosse, colle sue opere idrauliche, le cause che in passato rendevano infame l'aria della città [3].

Altre e molte prove storiche si potrebbero accumulare, per dimostrare che gli antichi Romani sempre si preoccuparono di questo nemico domestico e cercarono di preservarsi dai suoi assalti. Dapprima lo divinizzarono e credettero di propiziarselo mediante il culto speciale della Dea Febbre; poi, a misura che la civiltà crescente e le cognizioni maggiori di cose naturali fecero capire la possibilità di sopprimerne la esistenza, lo combatterono corpo a corpo, mediante opere molteplici delle quali avrò a parlar più tardi. Non sappiamo se con queste riuscissero a debellarlo interamente mai, e se la lode fatta a Nerva risponda ad una realtà di fatto, o sia invece una esagerazione di Frontino, che forse convertì in una soppressione assoluta della malefica influenza, una semplice diminuzione di essa. Quello che è certo si è, che sino alla fine del 1° secolo dell'êra Cristiana la malaria di Roma si faceva sentir tanto da necessitare opere ingenti, dalle quali si pigliava argomento a glorificare uno dei migliori fra gli uomini che occuparono il trono dei Cesari, e che lo occupava quando già la potenza Romana era quasi al suo apogeo.

Questo suolo fu dunque malsano, anche quando la prosperità di Roma e le delizie signorili della sua campagna destavano lo stupore del mondo intero. Ma fu almeno ubertoso? Fu quella specie di terra promessa che alcuni credono abbia qui esistito in passato, e che ora si spera di riprodurre? Il lamento dei legionarî che a Capua, nell'anno 413 di Roma, contrappongono tristamente la fertilità del suolo Campano alla sterilità della campagna di Roma, basterebbe per se solo a farne dubitare. E il dubbio sarebbe più che giustificato, poichè le prove della scarsa ubertosità dell'agro romano, anche in antico, abbondano. Esse sono state raccolte dal Di Tucci, e messe in rilievo

[1] *An aequum esse dedititios suos* (di Capua) *illa fertilitate atque amoenitate perfrui, se, militando fessos, in pestilente atque arido circa urbem solo luctari, aut in urbe insidentem tabem crescentis in dies foenoris pati?* (Anno U. C. 413. A. C. 339). Tito Livio libro VII cap. XXXVIII.

[2] *Adducit febres, et testamenta resignat.* Orazio.

[3] ..... *et causae gravioris coeli, quibus apud veteres urbis infamis aer fuit, sunt remotae.* Frontino.

con tanta evidenza, da rendere inutile che io mi trattenga su questo argomento [1]. Vediamo piuttosto come stanno le cose attualmente.

Il suolo più ferace dell'agro romano è quello che occupa la valle del Tevere, le vallicelle così ben tracciate nella carta di Canevari, e parte della pianura littoranea. Esso è formato dall'accumulo delle erosioni dei colli, ha una grande profondità, ed il suo regime idraulico può essere sistemato facilmente e senza notevole spesa, mediante fossi aperti (*forme*), come alcuni intelligenti proprietarî hanno già incominciato a fare. Questo terreno non è perfettamente disgregato e scarseggia di fosfati, come ha dimostrato il prof. Fausto Sestini nel 1872. Ma la sostituzione del lavoro profondo, mediante aratri potenti come l'aratro Cardini, al lavoro superficiale dell'aratro preadamitico che si usa ancora in gran parte della Campagna, rimedierà agevolmente al primo difetto: ed al secondo un intelligente agricoltore potrà pur rimediare, come lo dimostrano le esperienze fatte dal prof. Sestini a Grottarossa.

Questi terreni, relativamente ricchi, si trovano però appena in una sesta parte della campagna romana. Ben diverse sono le condizioni del terreno che è tuttora in posto sui colli, negli altri cinque sesti dell'Agro. Esso forma sui tufi una crosta sottile, che durante tutta la stagione delle piogge è inzuppata e rammollita, per effetto del trattenimento delle acque piovane fra essa ed il sottosuolo sul quale riposa; e dopo la stagione delle piogge, quando l'evaporazione diviene attivissima ed i tufi han finito di assorbire tutte le acque ad essi sovrapposte, è aridissima. Uno strato di terreno vegetale così scarso, non presenta condizioni favorevoli alla coltura dei cereali, ed infatti quelli che hanno voluto metterlo a grano, se talvolta hanno potuto avere abbondanti le prime raccolte perchè il terreno aveva riposato da secoli, hanno dovuto rimetterlo a pascolo; o, se si sono ostinati a coltivarlo a grano, lo hanno coltivato a perdita. Ma v'è di peggio. Questo terreno è un vero *noli me tangere*: smuoverlo coll'aratro, e condannarlo a scendere a valle, è tutt'una. Le tante colline della campagna di Roma che si trovano per grandi tratti spogliate di terreno vegetale, e coi tufi vulcanici a nudo, ne danno ampia prova; ed a testimonio della causa che le ridusse così brulle, la superficie del tufo denudato mostra spesso le traccie lasciatevi dall'aratro, adoperato a smuovere il terreno che le copriva in passato e che ora non esiste più (tav. VI). La ragione di questo fenomeno è chiara: terreni di pochissima profondità, rammolliti dalle piogge autunnali ed invernali, adagiati sopra un sottosuolo molto inclinato e ricoperto da veli d'acqua che sono in continuo movimento, restano difficilmente in sito; e non vi restano affatto, se imprudentemente vengono rotte e sconvolte tutte le radici delle erbe che formano una specie di feltro nello strato più superficiale di essi. Nulla allora gli trattiene sul posto, e le acque piovane gli trascinano a valle. La tendenza ad uno spostamento di tal genere, è anche più manifesta nei terreni che riposano sopra argille e su marne. Qui la discesa può prodursi, a stagione di piogge avanzata, anche quando il soprassuolo non è stato toccato dall'aratro, perchè esso è più inzuppato, e quindi meno consistente; e perchè i veli d'acqua che scorrono fra esso ed il sottosuolo sono più cospicui. Si determina così una successione di piccole

[1] Di Tucci, *Dell'antico e presente stato della campagna di Roma in rapporto alla salubrità dell'aria e alla fertilità del suolo.* Cap. VIII. Roma 1878.

smotte su linee per lo più molto estese, e si formano delle serie di scaglioni quasi parallele fra loro sui fianchi delle colline (fig. 2 e 3 tav. I), finchè, se non vien posto riparo a questo lavorio sotterraneo delle acque, il terreno frana al basso della collina e precipita nella valle sottoposta. Si può immaginare ciò che avviene quando terreni cosiffatti vengono, per una malintesa speculazione, smossi dall'aratro o dalla zappa.

Il prodotto delle erosioni del terreno di poggio, dovute a cause naturali, gli effetti malefici delle quali sono stati così spesso aggravati dalla mano dell'uomo, si trova accumulato nelle valli. Il piano di campagna di queste è adesso molto rialzato, e quando il collettore naturale della valle è abbastanza profondo, il terreno apparisce asciutto nei coni di deiezione. Ma anche in questi coni, esso è asciutto soltanto alla superficie. I trasporti detritici che han sollevato il livello del piano di campagna hanno sotterrate infatti tutte le scaturigini d'acqua che si trovano alla base dei poggi, le quali, per le ragioni che ho di sopra esposto, sono talvolta abbondantissime e vennero in antico utilizzate; come lo mostra p. es. la vasca scoperta nella tenuta della Valchetta, sepolta ora a più di due metri sotto il piano di campagna della valle (fig. 1 tav. III in *a*). Queste acque che scaturiscono al piede delle colline, non avendo più scoli naturali o artificiali, penetrano fra gli strati più profondi del terreno della valle e vi si trattengono, perchè ben raramente trovano sfogo nei corsi d'acqua che funzionano da collettori della valle o della vallicella. Per lo più formano pantani sotterranei, ed è facile concepire i danni che questi pantani arrecano alla vegetazione in inverno, ed alla salute pubblica in estate, quando gli strati superficiali del terreno si sono disseccati e variamente screpolati per l'azione del calore solare.

II.

Come rimediarono gli antichi a questo stato di cose? Le testimonianze dei loro scrittori accuratamente raccolte dal Di Tucci (opera citata cap. VIII), ed i monumenti che rimangono delle opere fatte da loro, provano che essi ebbero in mira i due scopi principali che si deve proporre il bonificamento di un suolo cosiffatto. Occorre fissare nel miglior modo possibile il terreno vegetale che ricuopre i poggi; e diminuire l'umidità degli strati più profondi del suolo delle valli, e dei terreni acquitrinosi che si trovano nelle falde o alla base delle colline. La produzione della malaria romana avviene essenzialmente in questi strati inferiori del terreno disgregato, nei quali rimane una grande quantità di acqua anche nell'estate, e che sono in comunicazione libera coll'atmosfera per le molteplici fessure degli strati superficiali disseccati dal sole. L'azione combinata del calore e dell'umidità su questo terreno poroso, determina la produzione dell'agente specifico che costituisce la malaria [1]: questi si solleva, insieme coi vapori d'acqua, quando il sole comincia ad irradiare sul suolo al mattino, e gran parte di esso ricade con quei vapori negli strati inferiori dell'atmosfera, al tramonto. Infatti il maggior pericolo si incontra nelle prime ore del mattino e nelle prime ore della sera. Brocchi osservava giustamente che

[1] Per la stessa ragione gli sterri profondi praticati entro la città di Roma durante la stagione calda divengono così spesso causa di febbri.

l'aria della Campagna *è assai meno perversa quando corre la state caldissima e asciutta;* cioè quando i forti calori hanno fatta evaporare la maggior parte dell'acqua contenuta nel suolo, e mancano piogge che ve la rimettano. Il fatto era già stato messo in chiaro dal Santarelli sino dal 1792, benchè spiegato da lui altrimenti: e lo stesso Santarelli con nuove e ben condotte osservazioni provò la verità di quanto i vecchi medici di S. Spirito affermavano, cioè che lo scoppio delle perniciose arriva talvolta improvviso quando, in mezzo ad una estate caldissima, sopravvengono delle piogge (1).

Gli antichi, ad esaurire queste acque sotterranee, infeste tanto all'igiene quanto all'agricoltura, adoperarono varie maniere di espedienti. Se in alcuni terreni molli e profondi delle bassure trovarono sufficienti dei fossi aperti, perchè allora tutte le acque le quali confluiscono al Tevere, o ad altri fiumi minori che vanno direttamente al mare, erano molto meglio sistemate di oggigiorno, e gli accumuli detritici provenienti dai poggi non erano così ingenti come lo sono adesso; altrove dovettero ricorrere a fognature più complicate. Alcune di queste fognature, descritte da Catone e da Columella (2), erano costituite da canali simili alle così dette «forme cieche» (*sulci*) che si riempivano fino a metà di sassi o di ghiaia, od invece di fascine e di sarmenti, e poi venivano ricoperti di terra. Altre volte adoperarono dei tubi di fognatura fatti di argilla, come quelli che il padre Secchi trovò in un basso fondo presso Alatri, e dei quali due furono posti nel Museo Lateranense. Questi due tubi, lunghi 1^m,13 hanno un diametro interno medio di 0^m,43, pareti della grossezza di 25 a 30 millimetri al più, e sono formati da una pasta assai porosa (3). Essi diversificano interamente dai tubi destinati alla condotta di acque potabili ad alta pressione che lo stesso Secchi trovò in Alatri (4) e dei quali incontrai un bell'esemplare tempo fa sulla strada di Formello, a poca distanza dall'Isola Farnese (Vejo). Questi ultimi sono formati da un'argilla compattissima (probabilmente compressa a macchina); hanno un diametro interno di 11 centimetri in media, hanno pareti della grossezza di 4 centimetri e più, imboccature molto lunghe e connesse fra loro mediante una accurata cementazione; mentre i primi hanno imboccature brevi, ed applicate l'una entro l'altra senza cementazione alcuna.

Ma i più grandiosi lavori della fognatura antica sono quelli fatti per raccogliere le acque filtrate a traverso la massa dei terreni che costituiscono i poggi romani. Sono gallerie (cunicoli), scavate per lunghissimi tratti della Campagna, e talvolta ordinate in vaste reti che raccoglievano le acque di una grande estensione di terreno. Il padre Secchi ha fatto menzione di alcune di esse trovate da lui nelle vicinanze di Roma e in Sabina, che erano scavate entro colli formati da terreni sedimentarî. Queste gallerie erano armate di volte murate con feritoie, e spesso fiancheggiate da muri laterali a secco; erano poi intonacate fino ad una certa altezza con calce

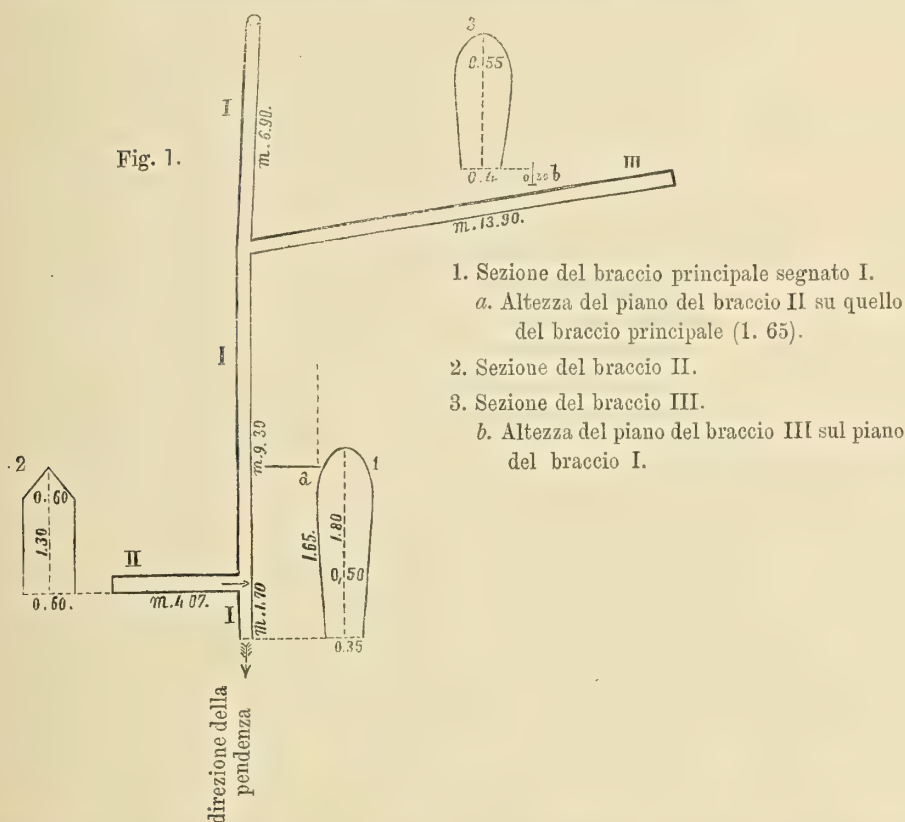
(1) V. *Ricerche intorno alla causa della febbre perniciosa dominante nello Stato romano*, del dott. Michele Santarelli professore di medicina nell'Università di Macerata. Osimo, 1808 p. 33 e segg.

(2) V. Di Tucci. Opera citata pag. 113.

(3) V. Memoria del p. Angelo Secchi: *Intorno ad alcune opere idrauliche antiche rinvenute nella campagna di Roma*. Roma, 1876 pag. 22.

(4) Ibidem pag. 20.

idraulica mista a coccio pesto (*opus signinum*) [1]. Ma la maggior parte dei cunicoli in discorso si trova scavata col piccone nelle colline tufacee della Campagna. Questa seconda specie di gallerie è stata descritta dal Secchi [2], dal cav. Rodolfo Lanciani, e dall'ingegnere Di Tucci [3] il quale ultimo ha rettificato un errore in cui era caduto il Secchi, che le aveva credute mancanti di pozzi o lucernali. Se lo fossero, non si capirebbe come avessero potuto esser scavate per tratti così lunghi, perchè l'uomo che le scavava non avrebbe potuto respirare. Ed infatti esse non mancano di lucernali; sono anzi questi lucernali, che formando delle buche entro le quali si è sprofondata una parte di terreno del soprassuolo, mettono talvolta sulla via di rintracciare il cunicolo, come a me stesso è avvenuto nelle vicinanze di Prima

Fig. 1. *Pianta e sezioni del Cunicolo rinvenuto nella cava di pietra prossima alle Due Case lungo la via Flaminia.*

Porta. Tutti i cunicoli scavati nel tufo che ho visitati, e non son pochi, appartengono allo stesso tipo. Sono gallerie fatte a volta, col piano inferiore inclinato uniformemente nella direzione della valle sottostante, e con pareti laterali parallele fra loro. Nella tav. IV è rappresentato l'ingresso di uno di questi cunicoli rinvenuto nella

(1) V. Secchi. Memoria citata pag. 32.
(2) Ibidem pag. 31.
(3) V. Di Tucci. Opera citata pag. 114 e seg.

cava di pietra che è a sinistra della via Flaminia, presso le Due Case, nella tenuta della *Valchetta*. Questo cunicolo era ripieno di fango per più della metà dell'altezza. Avendomi il cav. Francesco Piacentini, proprietario del fondo, gentilmente accordato il permesso di farlo scavare, venne espurgata una galleria principale per la lunghezza di m. 17,90, dell'altezza massima di m. 1,80, e della larghezza media di m. 0,50 (v. fig. 1 pag. 193). In questa galleria immettono due bracci laterali minori, che scendono da livelli superiori; in uno dei quali (n. II) la volta confina col soprassuolo ed è formata da embrici (n. 2). La espurgazione di questo cunicolo riuscì particolarmente interessante, perchè in esso fu scoperto lo strumento del quale l'infelice condannato a questo improbo lavoro si serviva per scavare il tufo. È un corto piccone di ferro (¹) formato da due piramidi riunite per la base, che si adoprava tenendolo impugnato pel mezzo (fig. 1 tav. IV). Vicino a questo piccone fu trovato un lungo e grosso arpione di ferro a punta molto acuta (fig. 2 tav. IV) che probabilmente veniva conficcato nel tufo, via via che il lavoro avanzava, per appendervi il lume. Infatti in questo cunicolo non si vede alcuna traccia di quello scalino laterale, ad altezza di gomito, descritto dal p. Secchi nei cunicoli da lui illustrati (fig. 2 qui dicontro), che poteva servire a quest'oggetto, e nello stesso tempo offrire la possibilità di un po' più di sbraccio al povero lavorante.

Fig. 2.

L'effetto di queste grandi, estese e profonde escavazioni cunicolari sul regime idraulico dei colli dell'Agro romano dovette essere ragguardevole, ed anche oggi ne possiamo misurare la importanza. In esse le acque filtrano tuttavia, e spesso molto abbondantemente: il fango che le riempie, anche quando sono perfettamente intatte e scavate a grande profondità nel tufo, è formato da minutissime particelle di terra, e sta a testimonio della grandissima quantità di acque che esse assorbirono nel corso dei secoli, e che vi lasciarono i loro depositi. Espurgate che siano, rientrano in piena attività, come se fossero fatte ieri. Mentre si espurgava il cunicolo della tav. IV nel passato gennaio, si ebbero varî giorni di pioggie dirotte e bisognò interrompere il lavoro, perchè da ogni parte le acque filtrate negli strati superiori e laterali del tufo, vi penetravano in quantità grandissima. Nella stessa tenuta della *Valchetta* la espurgazione di soli 30 metri di un vasto cunicolo che si trova alla base di una collina tufacea, permette di alimentare perennemente colle acque di filtrazione che vi penetrano un nuovo fontanile. Nella tenuta della *Marcigliana* la espurgazione del cunicolo lungo 82 metri, del quale la tav. V mostra la pianta e le sezioni, ha offerto il modo di alimentare abbondantemente il bottino di un abbeveratoio.

Se rimontiamo colla immaginazione ai tempi nei quali tutta questa fognatura praticata nelle viscere dei colli romani funzionava attivamente, ed insieme ad essa funzionavano le « forme cieche » ed i fossi aperti alla superficie dei colli e nelle valli; mentre tutte le sorgenti delle falde e della base delle colline erano allacciate ed

(¹) Questo piccone, dopo la presentazione fattane all'Accademia, fu col consenso del cav. Piacentini donato da me al Museo Kircheriano.

incanalate, ci possiamo fare una idea della differenza che passa fra le condizioni agrarie ed igieniche che il suolo romano presentava allora, e quelle che presenta oggidì. In allora la massa delle acque, che abbondantissime circolano a maggiori o minori profondità entro di esso, veniva regolarmente remossa dall'Agro, o vi era utilizzata per l'agricoltura e pei bisogni della vita umana; il terreno vegetale in posto sui colli era più profondo; le valli avevano un livello più basso e regolare, ed un deflusso continuo era assicurato con facilità alle acque che potevano penetrare negli strati più profondi del terreno di trasporto che le riempie. Adesso invece, la massima parte delle acque dell'Agro impaluda sui colli od alla base di essi, ovvero penetra al di sotto del suolo delle valli e vi ristagna; lo stato igrometrico del terreno posto a coltura oscilla fra due estremi: eccessiva umidità nell'inverno, ed eccessiva siccità nell'estate; il terreno vegetale che ricuopre i colli è scalzato dalle acque che lo inzuppano e vi scorrono sotto; esso ha preso in gran parte la via delle valli dove si è accumulato in eccesso, sotterrando, e spesso a grandi profondità, le acque che scaturiscono alla base delle colline, senza render con ciò queste acque meno infeste nella stagione estiva.

Queste differenze bastano per me a spiegare come la malaria romana fosse, se non remossa, almeno tollerabile in antico, e come sia così infesta oggi in tutta l'estensione della Campagna.

Io non mi trattengo a parlare della influenza che la diversità fra le colture antiche e quelle attuali della Campagna può avere avuta nel determinare questo accrescimento della malaria romana, perchè, non essendo io nè un archeologo nè un agricoltore, non ho competenza a ciò. Pur non posso astenermi dall'esprimere la mia convinzione in proposito. Francamente io credo che la influenza della diversità fra le culture delle due epoche abbia un posto molto, ma molto, secondario nella generazione della malaria romana. La coltura attuale è un effetto delle condizioni che producono la malaria, non ne è la causa; e non può essere considerata come causa concomitante di tal produzione, se non per una parte tanto piccola che quasi non è apprezzabile, di fronte alle grandi proporzioni che ha la causa principale. Il punto di partenza della bonifica dell'Agro romano non può quindi consistere nell'imporre piuttosto questa che quella cultura: ciò, nello stato attuale delle cose, non approderebbe ad altro, che a sperperare gran parte del terreno rimasto sui colli, smuovendolo imprudentemente; ed a generare una umidità maggiore nei terreni profondi delle bassure (1).

(1) Finchè le acque del sottosuolo romano non vengano sistemate, la creazione di boschi nei terreni profondi delle bassure, riuscirebbe, in molti casi, ad aumentare i danni della malaria. I boschi, ancorchè fatti da prosperosi *Eucalyptus*, non varrebbero, da soli, ad esaurire le acque sotterranee in molte di queste località; e proteggendo il suolo dall'azione dei raggi solari, vi manterrebbero un grado di umidità maggiore dell'attuale, che nella stagione estiva favorirebbe più di adesso lo sviluppo delle emanazioni nocive. Ciò che è avvenuto a Cisterna lo prova. Cisterna era fino a 20 anni fa il paese classico della malaria. Le persone del luogo erano chiamate volgarmente *i panzarotti*, per le notevoli tumefazioni del fegato e della milza che le febbri dominanti in paese procuravano loro. In quei tempi Cisterna era tutta circondata di boschi, e così strettamente che talvolta dei cignali sono stati uccisi dentro il paese. Ma dopo che la casa Caetani abbattè i boschi che erano

Prima di cambiare radicalmente il sistema di cultura dell'Agro, bisogna cambiare radicalmente le condizioni di vita che esso offre alle piantagioni e a chi le deve condurre. Adesso queste condizioni di vita sono altrettanto infelici per gli uomini che per la massima parte dei vegetabili coltivati; e son tali, per la grande quantità di acqua che scorre in parte, ed in parte ristagna, nel sottosuolo della Campagna. Quindi il punto di partenza della bonifica igienica del suolo romano, e l'unica base possibile di ogni reale bonifica agraria, è la sistemazione delle acque sotterranee. Questa dovrà essere intrapresa con mezzi diversi da quelli che adoperarono gli antichi, ma collo stesso intento che essi si proposero e raggiunsero: quello cioè di assicurare il deflusso di tutte le acque del sottosuolo, utilizzandone una parte per l'agricoltura e per gli usi domestici.

Questo estesissimo lavoro, destinato a ripristinare la libera circolazione delle acque sotterranee che gli antichi avevano saputo procurarsi, è costituito soltanto in parte da opere della categoria di quelle contemplate nel secondo articolo della legge pel « Bonificamento dell'Agro romano » (lettera *b*), che sono poste interamente a carico dei proprietarî. Tali sono le opere che possono avere per effetto, a non grande distanza di tempo, un aumento nella produzione del suolo, atto a remunerare il capitale impiegatovi. Ma, oltre a queste, saranno necessarie altre opere le quali richiederanno spese tali da non potere essere remunerate dal prodotto della terra, e che perciò appartengono alla categoria di quelle contemplate nel medesimo art. 2° alla lettera *a* [1]. Sono infatti lavori *di indole straordinaria*, richiesti da *luoghi palustri* (gli acquitrini), i quali, se nelle carte topografiche dell'Agro romano che possediamo sinora non figurano, o figurano appena, vi figureranno a migliaja quando la carta dell'Istituto topografico militare sarà pubblicata per intero, e si potrà rifare l'idrografia della Campagna valendosi delle sue quote altimetriche. I fatti che ho

al sud di Cisterna, e ridusse quei vasti terreni a cultura di cereali ed a pasture, le febbri di Cisterna sono molto diminuite di frequenza e di intensità. Chi va a Cisterna adesso, trova uno stato di cose ben diverso da quello che fece tanta impressione su D'Azeglio nel 1822 (v. D' Azeglio: *I miei ricordi* vol. II pag. 112). La osservazione che i boschi posson avere in alcune località delle campagne romane l' effetto di favorire lo sviluppo delle perniciose, era già stata fatta dal Santarelli sin dal principio di questo secolo (v. Santarelli. Opera citata pag. 73 e seg.). Quanto sia giusta questa osservazione possiamo vederlo a Nettuno. In questo paese, le case che si trovano sulla riva del mare sono salubri ed abitate (benchè direttamente esposte ai venti affricani), mentre quelle situate più indietro e che prospettano i boschi limitrofi, sono divenute inabitabili e sono state quasi tutte abbandonate.

Soltanto quando le acque del sottosuolo romano torneranno ad essere sistemate, sarà possibile decidere quali culture convengano alla Campagna. Nella bonifica dell'Agro, secondo la bella espressione di Raffaele Pareto, *bisogna risalire gradino per gradino la lunga scala che si è discesa nel corso dei secoli;* ed il primo gradino da salire è appunto questo assestamento delle acque sotterranee. È certo intanto che a tale assestamento potrà contribuire fin da principio la cultura di alcuni alberi fruttiferi, come p. es. quella dell'ulivo, il quale prospera assai bene sulle colline tufacee della Campagna quando la sua fognatura è abilmente condotta, e che ha il vantaggio, inestimabile in un paese di malaria, di non esigere culture estive.

[1] Art. 2. La bonificazione dovrà comprendere: *a*) Il prosciugamento delle paludi e degli stagni di Ostia e di Maccarese e del lago di Tartari, delle paludi di Stracciacappe, dei bassifondi dell'Almone, di Pantano e di Baccano, e di *qualunque altro luogo palustre che richiedesse lavori di indole straordinaria.*

esposti in questa Memoria mi sembrano provare con ogni evidenza, che queste migliaja di piccoli impaludamenti hanno nella produzione della malaria che infesta l'Agro fino alla distanza minima di 15 chilometri da Roma, una influenza infinitamente maggiore delle paludi e stagni di Ostia, di Maccarese, del Lago dei Tartari, di Stracciacappe, e dei bassifondi di Pantano e di Baccano, che si trovano a tanta distanza dalla città. Quei fatti provano inoltre, che la estinzione di tutti questi focolai di infezione richiede lavori i quali, ancorchè eseguiti con metodi più razionali e più economici di quelli che adoperarono gli antichi, saranno così imponenti, da non potere sperare di ricavare se non un piccolissimo frutto del capitale impiegatovi, mediante il miglioramento agrario che produrranno. Se provano questo, e se è vero che il sanificare l'aria di quella parte dell'Agro che è più prossima a Roma, prima di procedere a sanificare parti più remote della Campagna, è un grande interesse nazionale; i fatti da me esposti provano implicitamente la necessità di porre in primo luogo, nella lista delle opere che lo Stato dovrà intraprendere a norma della legge 11 dicembre 1878, le più costose fra le opere idrauliche indispensabili alla bonifica di quella parte dell'Agro, che più direttamente influisce a rendere malsana l'aria della città e del suburbio.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola I. Pianta topografica delle adiacenze del fiume Arrone nei pressi di Galera. Proporzione 1:15,000.

Fig. 1. Sezione sulla linea A B della pianta, rappresentante una collina tufacea con un acquitrino a mezza costa (*in falda*).

Fig. 2. Sezione sulla linea C D della pianta, rappresentante la struttura di una collina formata da terreni sedimentarî. Si veggono due acquitrini in falda ed un acquitrino alla base. I veli d'acqua che dividono gli strati superficiali del terreno dalle marne ed argille (*crete*) situate più profondamente, hanno prodotto delle smotte che han formato due scaglioni paralleli.

Fig. 3. Sezione sulla linea E F della pianta. Figura identica alla fig. 2.

Tavola II. Pianta topografica delle adiacenze del Cremera (Fosso della Valchetta). Tolta dalla tavoletta « *Castel Giubbileo* » della Carta pubblicata dall' Istituto militare topografico. Proporzione 1:25,000.

Tavola III. Sezioni sulle linee A B - C D - E F della tav. II.

Fig. 1. Spaccato di una collina tufacea che posa sopra un terreno terziario, ed è ricoperta da pomici sulla vetta. Raccolta di acque fra la base tufacea e le *crete*. In *a* vasca antica nella quale queste acque erano condotte, e che adessò è sepolta a più di due metri sotto il piano di campagna della valle.

Fig. 2. Spaccato di due colline tufacee ricoperte da pomici sulla vetta. Tre acquitrini in falda, alla periferia dello strato di pomici. In *b* si vede la sezione di una fognatura aperta (*forma di circondario*) che ha esauriti gli acquitrini della base della collina.

Fig. 3. Spaccato di una collina formata da tufo e pomici, che riposa sopra uno strato di terreno terziario. Raccolta di acqua fra la base tufacea e le crete, che alimenta una fontana perenne *c*. Un acquitrino in falda, alla periferia dello strato di pomici.

Tavola IV. Ingresso di un cunicolo scavato nel tufo, recentemente espurgato nella cava di tufo litoide che è presso le Due Case, sulla Via Flaminia (da fotografia).

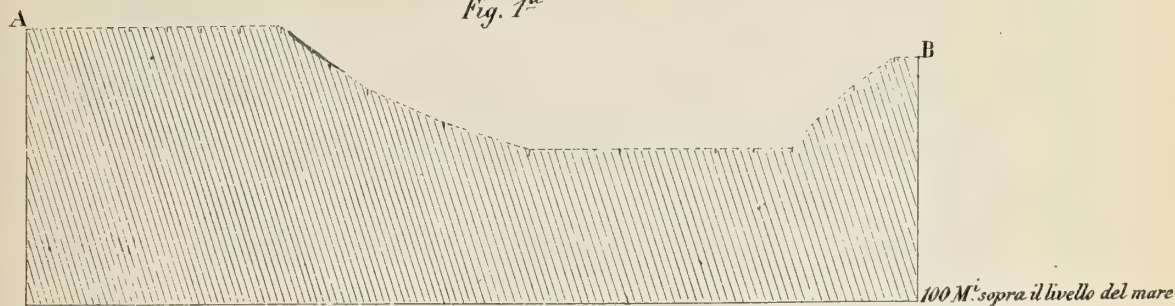
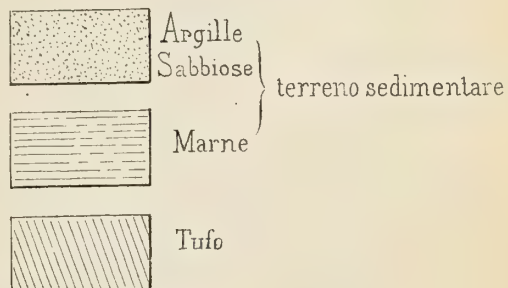
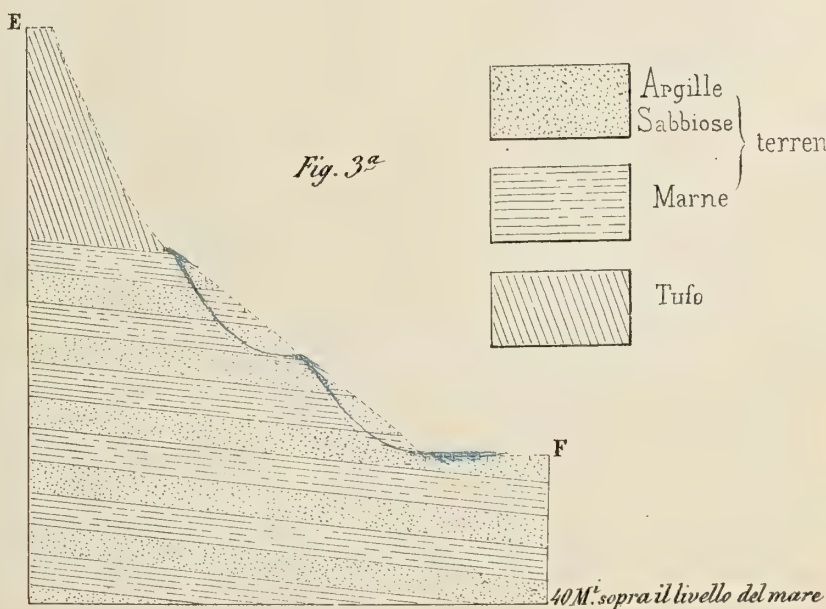
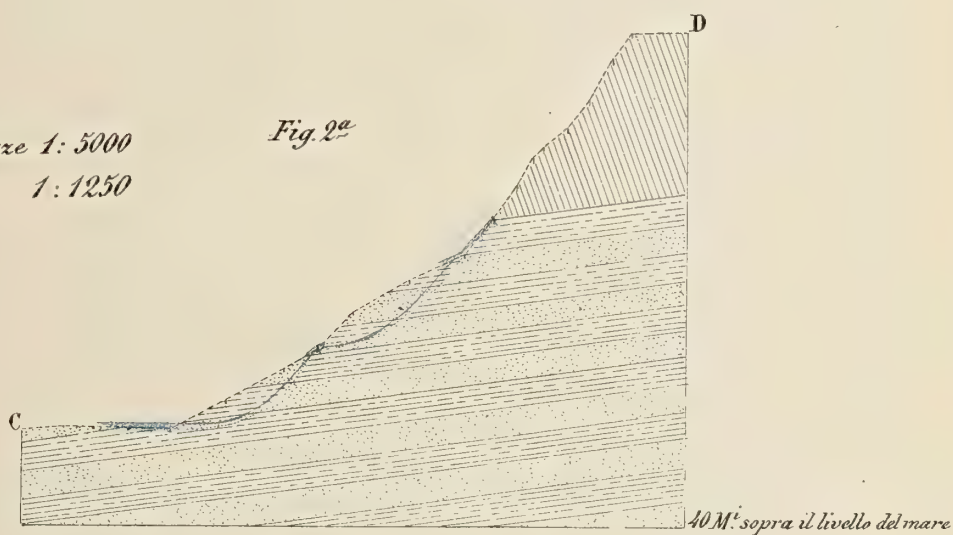
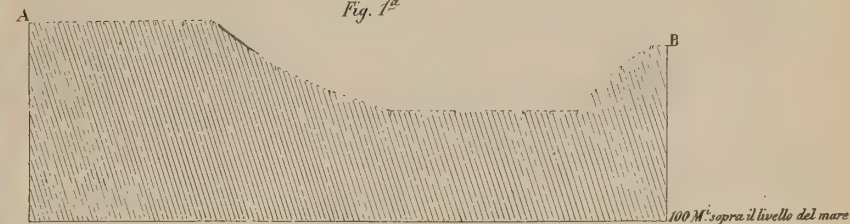
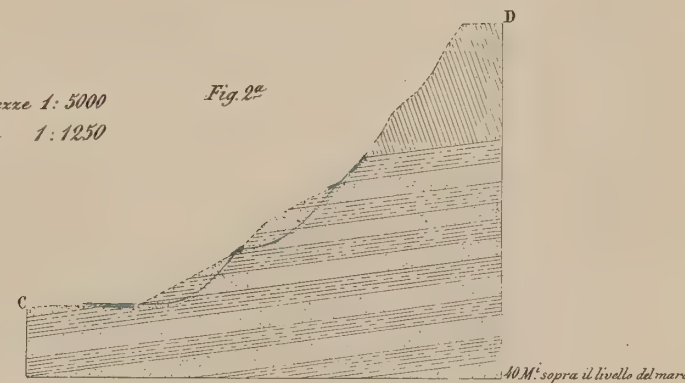
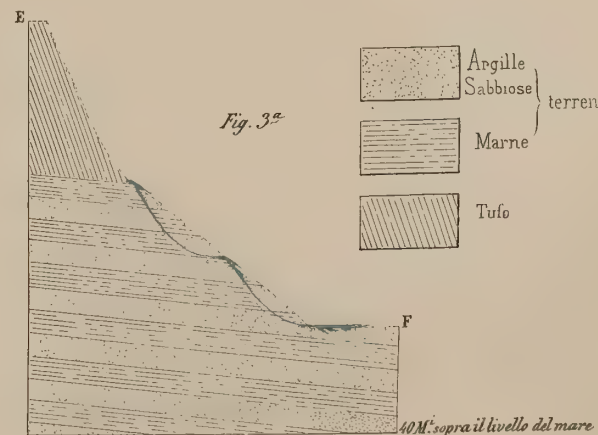
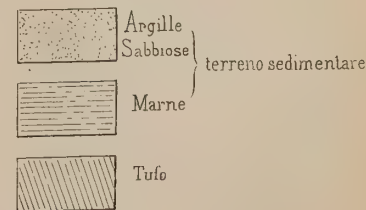
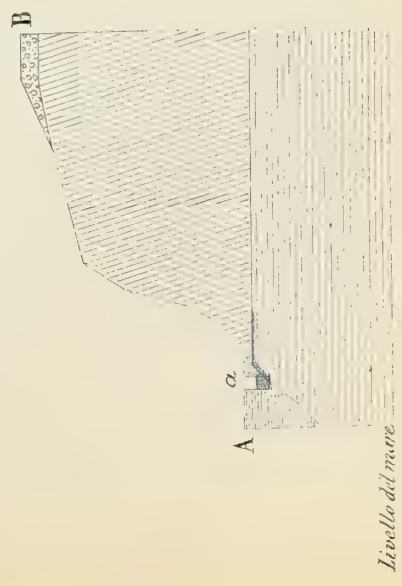
Fig. 1. Disegno del piccone di ferro trovato dentro questo cunicolo, ridotto a metà della sua grandezza.

Fig. 2. Arpione di ferro trovato accanto al piccone, e ridotto a metà della sua grandezza.

Tavola V. Pianta di un cunicolo lungo 82 metri espurgato nella tenuta della Marcigliana, il quale alimenta adesso il bottino di un abbeveratoio. Proporzione $^1/_{400}$.

Sezioni varie dello stesso cunicolo. Proporzione $^1/_{100}$.

Tavola VI. Veduta di una collina tufacea spogliata del terreno vegetale in seguito all'azione dell' aratro che ha tracciati i suoi solchi nel tufo. (Sulla via Flaminia, poco al disopra del sepolcro dei Nasoni, nella tenuta di Valchetta, quarto della Crescenza).

PIANTA TOPOGRAFICA E GEOLOGICA DELLE ADIACENZE DEL FIUME ARRONE NEI PRESSI DI GALERA – 1:15,000.
Atti della Reale Accademia dei Lincei Serie 3ª Vol. III.
Tommasi Crudeli
Memorie della Classe di Scienze fisiche ecc. Tav. I.
Ost.ª del Fossetto
Sorg.te Rosciolo
Quarto la Bandita
Mola
Galera diruto
Mte del Nibbio
C. La Vignaccia
S. Maria di Galera
Fontanile
Mte Pelliccione
Anguillara
Frazne
Fornace
La Piccionara
Font. Madonnella
Ponte di Tavole
Cornazzano
Mte Loreto
Incastri
Ruderi
F. Arrone
Fontanile
Ct.le Sto Giacomo
Font.le Mezzaluna
Le Cerquette
Nuova
Sezioni sulle linee AB _ CD _ EF dell'annessa pianta
Fig. 1ª
100 Mi sopra il livello del mare
Lunghezze 1: 5000
Altezze 1: 1250
Fig. 2ª
40 Mi sopra il livello del mare
Fig. 3ª
Argille Sabbiose
Marne
Tufo
terreno sedimentare
40 Mi sopra il livello del mare
A — B
C — D
E — F
Linee di sezioni
Lava
Tufo
Terreno acquitrinoso
Terreno detritico
Terreno sedimentare
Acquitrini
Cromolit. Bruno e Salomone, Roma

PIANTA TOPOGRAFICA DELLE ADIACENZE DEL CREMERA (FOSSO DELLA VALCHETTA) — 1: 25 000

Atti della Reale Accademia dei Lincei Serie 3ª Vol. III.

Tommasi Crudeli

Memorie della Classe di Scienze fisiche ecc. Tav. II.

Lit. Bruno e Salomone, Roma

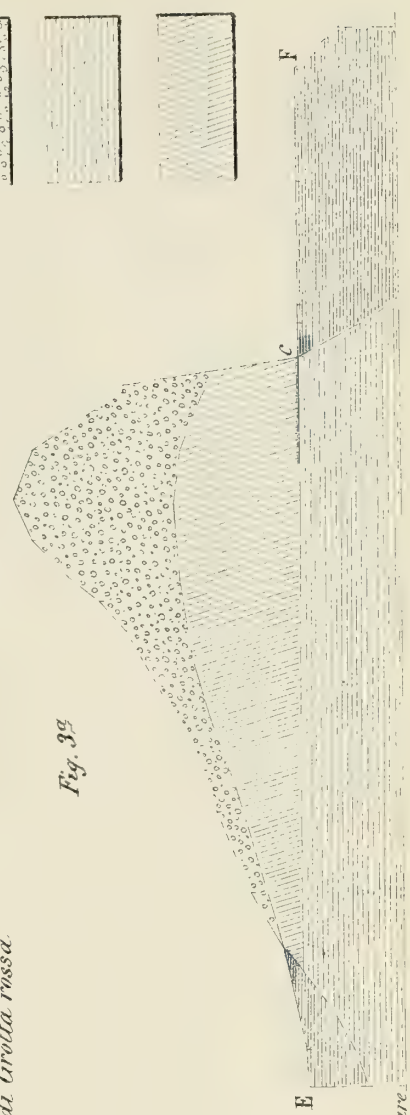
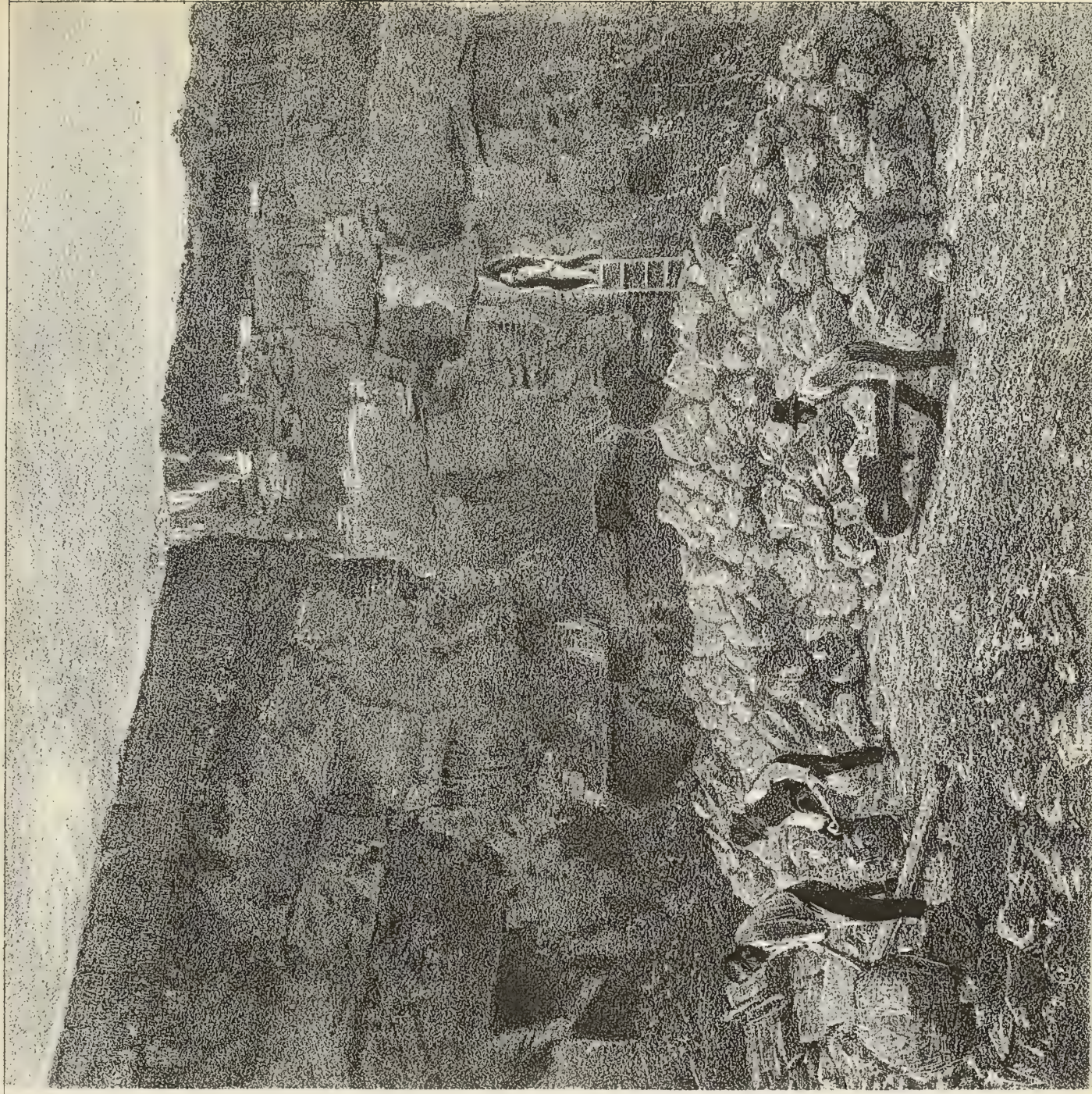
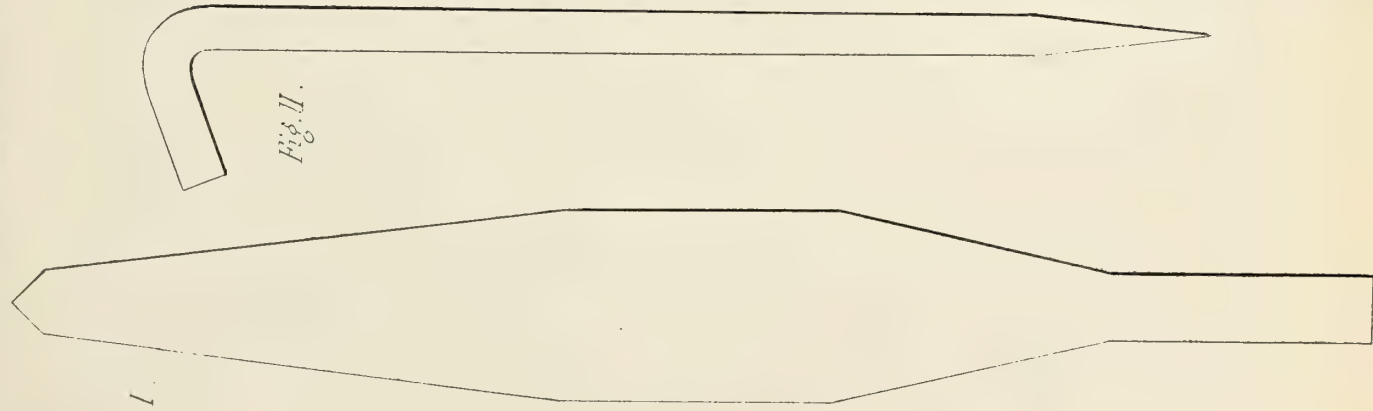
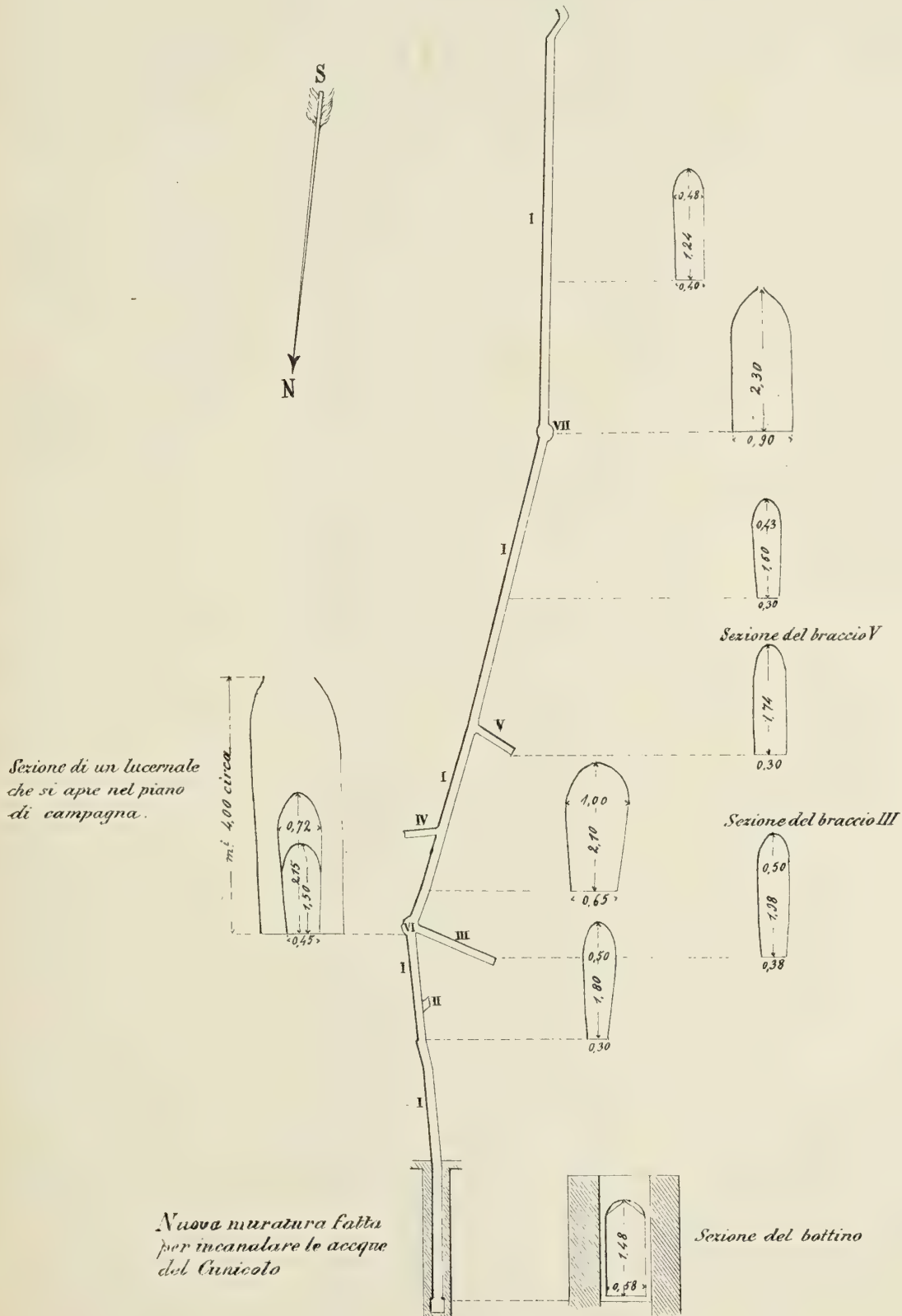
Sezioni sulle linee AB_CD_EF della tavola 2ª

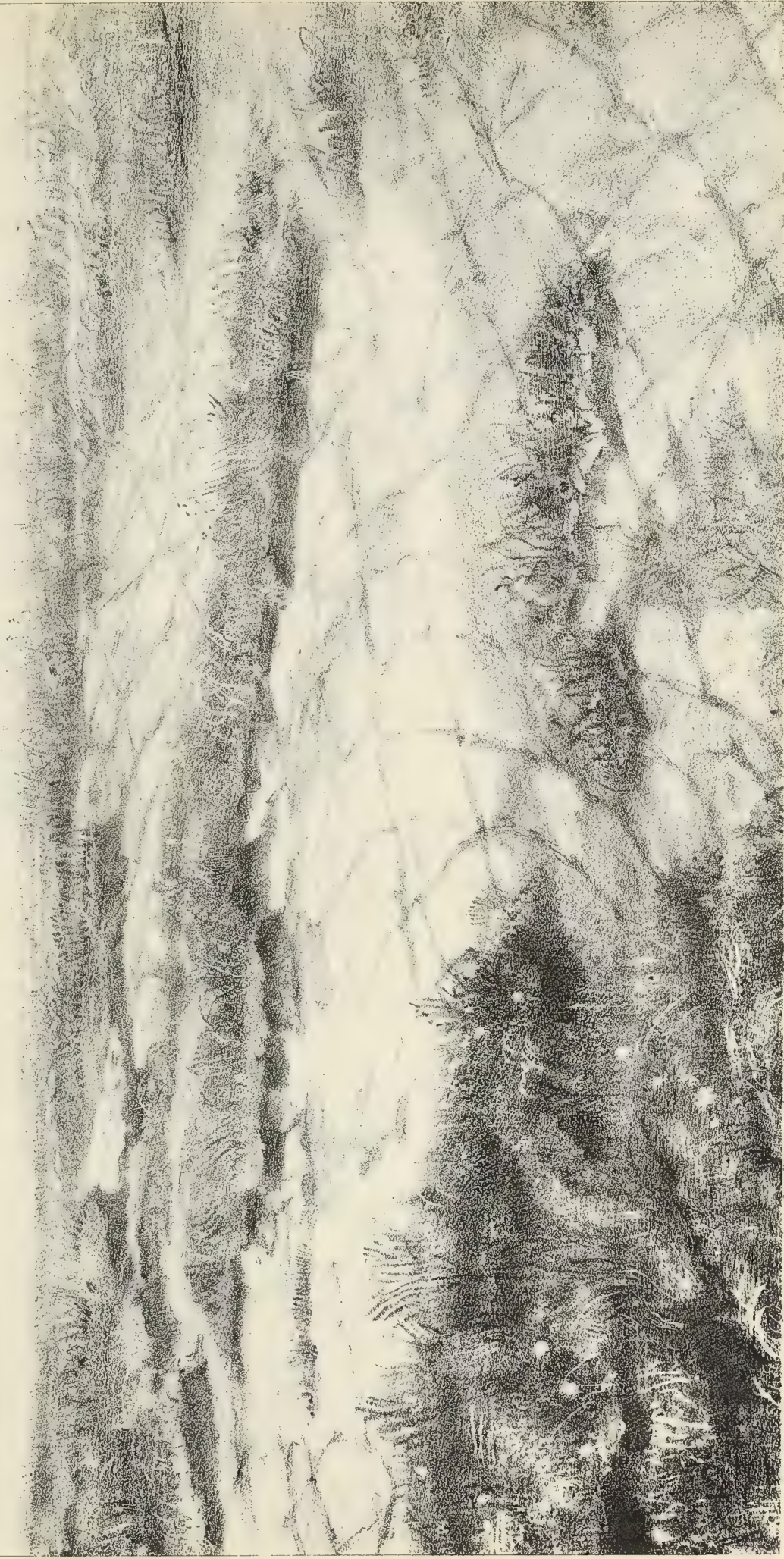
Lit. Bruno e Salomone, Roma

INGRESSO DI UN CUNICOLO SCAVATO NEL TUFO

RINVENUTO NELLA CAVA DI PIETRA DELLE DUE CASE SULLA VIA FLAMINIA *(da una fotografia.)*

Fig. I.

Fig. II.

COLLINA TUFACEA DENUDATA DALL' ARATURA

(presso il Sepolcro dei Nasoni sulla Via Flaminia)

Nuovi studî sulla Picrotossina.

Nota del prof. E. PATERNÒ ed A. OGLIALORO
presentata dal Socio CANNIZZARO
nella seduta del 6 aprile 1879.

Dalle nostre precedenti ricerche sulla picrotossina risulta che questa sostanza trattata in sospensione nell'etere con l'acido cloridrico fornisce il picrotosside $C_{15} H_{16} O_6$ e l'idrato di picrotosside $C_{15} H_{18} O_7$, e per l'azione del bromo dà quest' ultima sostanza insieme al prodotto che abbiamo considerato come monobromopicrotosside $C_{15} H_{15} Br O_6$.

Continuando queste ricerche abbiamo trovato un nuovo metodo per preparare facilmente ed in considerevole quantità l'idrato di picrotosside.

Si satura all'ebollizione con acido cloridrico gassoso e secco una soluzione alcoolica di picrotossina; si distilla la maggior parte dell'alcool, si scioglie il residuo nell'acqua e si agita la soluzione acquosa replicate volte con etere; l'etere per lo svaporamento lascia un abbondante residuo che purificato per cristallizzazione dall'acqua bollente ha il punto di fusione e la composizione dell'idrato di picrotosside; un'analisi ha dato infatti i seguenti risultati:
gr. 0,2552 di sostanza fornirono gr. 0,5436 di anidride carbonica e gr. 0,1346 di acqua;
cioè per 100:

Carbonio. . . .	58, 09
Idrogeno. . . .	5, 86

mentre la teoria per la formola $C_{15} H_{18} O_7$ richiede:

Carbonio. . . .	58, 06
Idrogeno. . . .	5, 80

In questa reazione oltre all'idrato di picrotosside non si forma che un poco di sostanza vischiosa solubilissima nell'etere, per mezzo del quale quindi può eliminarsi facilmente.

Nella nostra ultima Nota (Gazzetta Chimica, t. VII p. 193) abbiamo detto che l'idrato di picrotosside per l'azione del cloruro di acetile si trasformava in parte in picrotosside ed in parte in una nuova sostanza in laminette micacee fusibili a 202° che all'analisi ci ha dato per 100:

Carbonio. . . .	57, 92
Idrogeno. . . .	5, 73

e che abbiamo considerato perciò come il derivato biacetilico dell'idrato di picrotosside pel quale si calcola:

Carbonio. . . .	57, 86
Idrogeno. . . .	5, 58

Però i risultati della nostra analisi possono condurre pure alla formola di un derivato monoacetilico per il quale si calcola:

Carbonio. . . .	57, 95
Idrogeno. . . .	5, 68

ed essendo di sommo interesse di conoscere se l'idrato di picrotosside contenga realmente due atomi di idrogeno sostituibili dal radicale acido, abbiamo preparato il corrispondente derivato benzoilico; in questo caso la differenza nella composizione elementare di un derivato mono o bisostituito essendo considerevole, l'analisi avrebbe acquistato quel valore che pei composti acetilici non poteva avere.

Abbiamo pertanto aggiunto a 10 gr. d'idrato di picrotosside puro un eccesso di cloruro di benzoile (gr. 20); scaldando leggermente si svolge acido cloridrico in abbondanza ed il tutto si trasforma in un liquido, al quale si aggiunse dell'acqua per decomporre il cloruro di benzoile rimasto inalterato; dopo il raffreddamento si aggiunse del carbonato di soda in soluzione, per sciogliere l'acido benzoico, rimase così una sostanza indisciolta che fu raccolta sopra un filtro, lavata con acqua fredda e purificata per cristallizzazione dall'alcool bollente. Essa si presenta in prismi incolori fusibili a 230° circa. L'analisi di due diverse frazioni diede i seguenti risultati:

I. gr. 0,3248 di sostanza diedero gr. 0,7592 di anidride carbonica e gr. 0,1586 di acqua;

II. gr. 0,27 di sostanza fornirono gr. 0,6326 di anidride carbonica e gr. 0,1322 di acqua;

cioè in 100 parti:

	I	II
Carbonio. . . .	63, 74	63, 89
Idrogeno. . . .	5, 42	5, 43

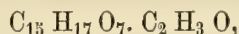
Questi risultati conducono alla formola $C_{15} H_{17} O_7 . C_7 H_5 O$ di un derivato monobenzoilico, per il quale si calcola:

Carbonio. . . .	63, 76
Idrogeno. . . .	5, 36

e non lasciano il menomo dubbio che possa trattarsi di un derivato dibenzoilico per il quale si calcola invece:

Carbonio. . . .	67, 18
Idrogeno. . . ,	5, 01

Dietro queste esperienze noi crediamo che il derivato precedentemente ottenuto per l'azione del cloruro di acetile sia un derivato parimenti monosostituito

$$C_{15} H_{17} O_7 . C_2 H_3 O,$$

conformemente del resto ai risultati dell'analisi elementare. L'idrato di picrotosside contiene quindi un solo atomo d'idrogeno sostituibile dai radicali acidi.

Delle numerose esperienze che abbiamo fatto, dirette allo scopo di venire alla conoscenza della costituzione della picrotossina e dei suoi derivati, rimaste per la maggior parte infruttuose, non crediamo di doverci occupare pel momento. Esporremo soltanto i risultati dello studio dell'azione dell'acetato sodico e dell'anidride acetica sulla picrotossina, come quelli che ci sembrano più importanti. Abbiamo tentato questa azione guidati dalle proprietà eminentemente riduttrici della picrotossina, nella speranza di poter conoscere se in essa fosse contenuto qualche atomo di ossigeno allo stato aldeidico o acetonico, dopo che i tentativi di riduzione con l'idrogeno nascente andarono falliti; infatti l'idrogeno nascente svolto collo zinco e l'acido cloridrico lascia la picrotossina inalterata, e operando con l'amalgama di sodio non si ottengono che prodotti resinosi come avviene ogni qualvolta la picrotossina si trova in contatto cogli alcali.

Ecco ora come abbiamo operato: Una parte di picrotossina con due parti di acetato sodico fuso ed otto parti di anidride acetica si scaldò, in un bagno ad olio per 8 ore in un apparecchio a riflusso mantenendo sempre il liquido in ebollizione. Pel raffreddamento il tutto si rapprese in una massa cristallina compatta che trattata con acqua si scioglie in parte lasciando una parte fioccosa rossastra. Questa fu raccolta sopra un filtro, ben lavata, spremuta fra carta sugante, e poscia fu purificata per numerose cristallizzazioni, prima dall'alcool acquoso, poi dall'alcool assoluto bollenti. La sostanza così purificata si presenta in bei prismetti perfettamente incolori, solubili mediocremente nell'alcool bollente, poco in quello freddo; nel cloroformio si scioglie abbondantemente e per lenta evaporazione se ne separa in cristalli ben definiti; nell'etere è poco solubile; è anche un poco solubile nell'acqua. Il punto di fusione è situato a circa 245°.

All'analisi ha fornito i seguenti risultati:

I. gr. 0,2746 di sostanza diedero gr. 0,6158 di anidride carbonica e gr. 0,1322 di acqua;

II. gr. 0,3031 di sostanza diedero gr. 0,6713 di anidride carbonica e gr. 0,1478 di acqua;

III. gr. 0,2208 di sostanza fornirono gr. 0,4913 di anidride carbonica e gr. 0,1086 di acqua;

IV. gr. 0,2618 di sostanza fornirono gr. 0,5789 di anidride carbonica e gr. 0,1332 di acqua;

dai quali si deduce la composizione centesimale:

	I	II	III	IV
Carbonio. . . .	61, 16	60, 60	60, 68	60, 30
Idrogeno. . . .	5, 39	5, 43	5, 46	5, 65

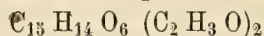
che conduce alla formola grezza $C_{19} H_{20} O_8$ per la quale si calcola:

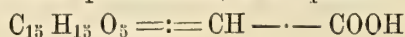
Carbonio. . . .	60, 63
Idrogeno. . . .	5, 32 per $^0/_0$

Per cercare di stabilire qualche cosa sulla costituzione di questo nuovo composto bisognava prima di tutto tener presente che i casi più probabili erano due, o che il miscuglio di anidride acetica ed acetato sodico avesse agito nel senso recentemente indicato da Liebermann ed Hörmann (Berichte, t. XI p. 1618) producendo

semplicemente un derivato acetilico, o che invece avesse agito a cagion di esempio come hanno osservato Perkin, con l'aldeide benzoica, e Tiemann ed Herzfeld con l'aldeide paraossibenzoica e l'aldeide salicilica (Berichte, X p. 65 e p. 384) generando un acido non saturo o un derivato acetilico di esso.

La composizione elementare del nostro composto si presta fino ad un certo punto all'una ed all'altra di queste interpretazioni, purchè si ammetta nei due casi che non si tratti di un derivato diretto della picrotossina ma bensì di un derivato del picrotosside. Infatti la formola $C_{19} H_{20} O_8$ può risolversi in quella:

$$C_{15} H_{14} O_6 (C_2 H_3 O)_2$$

di un derivato biacetilico della picrotossina, o in quella:

$$C_{15} H_{15} O_5 =:= CH — COOH$$
$$\diagdown C_2 H_3 O$$

di un derivato del picrotosside analogo agli acidi acetilcumarici, o ancora in quella di un'anidride mista:

$$C_{15} H_{16} O_5 =:= CH — COO — C_2 H_3 O$$

Per risolvere questo dubbio abbiamo prima di tutto voluto assicurarci se il composto da noi ottenuto fosse realmente un derivato acetilico. A questo scopo ne abbiamo riscaldato alcuni grammi con soluzione di potassa al 10 %.

Il liquido si colorò prima in giallo poi in rosso bruno; dopo 4 ore di ebollizione si neutralizzò con acido solforico e distillando si potè nettamente constatare la formazione di acido acetico.

Anche scaldata con acqua in tubi chiusi a 150° questa sostanza fornisce acido acetico: però tanto in questo caso come nel precedente non ci è riuscito di esaminare gli altri prodotti di decomposizione perchè si formano delle sostanze resinose.

A maggiore conferma abbiamo provato che la picrotossina non fornisce per l'azione della potassa o per lo scaldamento con acqua dell'acido acetico.

Stabilito con l'esperienze precedenti che il composto da noi ottenuto per l'azione dell'anidride acetica e dell'acetato sodico sulla picrotossina è un derivato acetilico, per risolvere a quale delle formole che abbiamo sopra indicato corrispondesse più probabilmente, abbiamo esaminato se forniva o pur no prodotti di addizione col bromo e coll'acido bromidrico.

Per la prima prova abbiamo sciolto gr. 5 del prodotto nel cloroformio e vi abbiamo aggiunto poco a poco un piccolo eccesso di bromo (gr. 5) riscaldando leggermente; non si svolge che poco acido bromidrico. Distillando il cloroformio rimase un residuo vischioso giallastro, che fu trattato con alcool acquoso bollente, il quale filtrato, pel raffreddamento depone una sostanza cristallizzata che purificata per altre cristallizzazioni nell'alcool bollente si presenta in bei prismetti appiattiti perfettamente incolori, solubili nell'alcool e nell'etere ed ancor più nel cloroformio, e fusibili a circa 180°, decomponendosi e svolgendo acido bromidrico. All'analisi questa sostanza ci ha fornito i seguenti risultati:

I. gr. 0,3388 di sostanza fornirono gr. 0,5237 di anidride carbonica e gr. 0,1155 di acqua;

II. gr. 0,2092 di sostanza fornirono gr. 0,329 di anidride carbonica e gr. 0,0704 di acqua;

III. gr. 0,1949 di sostanza fornirono gr. 0,1373 di Ag Br e gr. 0,0011 di argento ridotto;

dai quali si deduce per 100:

	I.	II	III
Carbonio. . . .	42, 18	42, 39	»
Idrogeno. . . .	3, 78	3, 73	»
Bromo			30, 39

Per la formola di un prodotto di addizione $C_{19} H_{20} O_8 Br_2$ si calcola:

Carbonio. . . .	42, 53
Idrogeno. . . .	3, 73
Bromo	29, 85

e per quella $C_{19} H_{18} Br_2 O_8$ di un prodotto bisostituito:

Carbonio. . . .	42, 69
Idrogeno. . . .	3, 37
Bromo	29, 96

Numeri che si accordano egualmente bene con quelli forniti dall'esperienza e che lasciano perciò indecisi; pur tuttavia considerando che il punto di fusione del prodotto bromurato è inferiore al punto di fusione della sostanza primitiva, ed avuto riguardo al piccolissimo svolgimento di acido bromidrico, noi incliniamo a credere che si tratti di un prodotto di addizione.

Nemmeno l'azione dell'acido bromidrico ci ha dato fin ora dei risultati decisivi; infatti saturando con acido bromidrico gassoso, svolto per l'azione dell'acqua sul tribromuro di fosforo, una soluzione acetica del nostro prodotto, ed aggiungendo quindi acqua si depone una sostanza fioccosa bianca che raccolta sopra un filtro, lavata bene e cristallizzata dall'alcool bollente si presenta in prismetti quasi incolori fusibili a circa 150°. Però sebbene contenga del bromo i risultati della sua analisi elementare non ci permettono di considerarla come un prodotto di addizione $C_{19} H_{20} O_8 . H Br$.

Prima di lasciare quest'argomento dobbiamo accennare che nell'azione dell'anidride acetica e dell'acetato sodico sulla picrotossina, oltre alla sostanza che abbiamo descritta se ne forma, in piccola quantità, un'altra fusibile a 229° ed anch'essa ben cristallizzata. Anche questo secondo prodotto è un derivato acetilico.

All'analisi ci ha dato:

I. gr. 0,195 di sostanza diedero g. 0,4185 di anidride carbonica e gr. 0,101 di acqua;

II. gr. 0,2618 di sostanza fornirono gr. 0,5601 di anidride carbonica e gr. 0,1354 di acqua;

III. gr. 0,2631 di sostanza diedero gr. 0,5630 di anidride carbonica e gr. 0, 1366 di acqua;

cioè per 100:

	I	II	III
Carbonio. . . .	58, 53	58, 34	58, 36
Idrogeno. . . .	5, 75	5, 74	5, 76

Sullo studio di questa sostanza ritorneremo però in seguito.

In quanto al prodotto principale di questa reazione, sebbene le esperienze da noi descritte non ci abbiano condotto a risultati decisivi, noi siamo inclinati a riguardarlo come un prodotto non saturo; però non ci siamo autorizzati a dedurre nessun'altra conseguenza, tanto più riflettendo che siamo stati obbligati a considerarlo, fondandoci soltanto sui risultati dell'analisi elementare, come un derivato del picrotosside, sostanza della quale fin ora ignoriamo le relazioni di costituzione colla picrotossina ed il modo come da essa prende origine.

Concludendo perciò, ripetiamo ancora una volta quello che abbiamo detto nelle nostre precedenti comunicazioni, che cioè alle formole attribuite sia alla picrotossina, sia ai derivati nelle varie occasioni descritti, non annettiamo altro valore nè altro significato che quello di rappresentare fino ad un certo punto la loro composizione elementare; del resto durante il corso delle nostre sperienze non ci fu dato fin ora scoprire nessun fatto per servirci di guida a chiarire la natura e le relazioni loro.

Continueremo questo studio e speriamo di essere più fortunati nell'avvenire.

Balenottera fossile delle Colombaie presso Volterra.
Nota del prof. G. CAPELLINI
letta nella seduta del 6 aprile 1879.

Nel giugno 1877 il mio amatissimo maestro ed amico prof. G. Meneghini mi annunziava che, nei dintorni di Volterra, era stato scoperto uno scheletro di cetaceo e mi compiegava un rozzo disegno che gli era stato trasmesso, invitandomi a considerare se valeva la pena di occuparmene, nel qual caso gentilmente mi delegava le offerte che gli erano state fatte in proposito.

Il prof. Meneghini aveva raccomandato che per impedire le dispersioni, anche di frammenti, e per evitare i danni della insolazione, ogni cosa fosse ricoperta di terra; non vedendo quindi necessità di recarmi subito sul posto mi affrettai a ringraziare per tanta cortesia l'illustre amico, e solamente verso la fine di settembre lo pregai di una sua lettera per potermi recare ad esaminare i resti del cetaceo di Volterra.

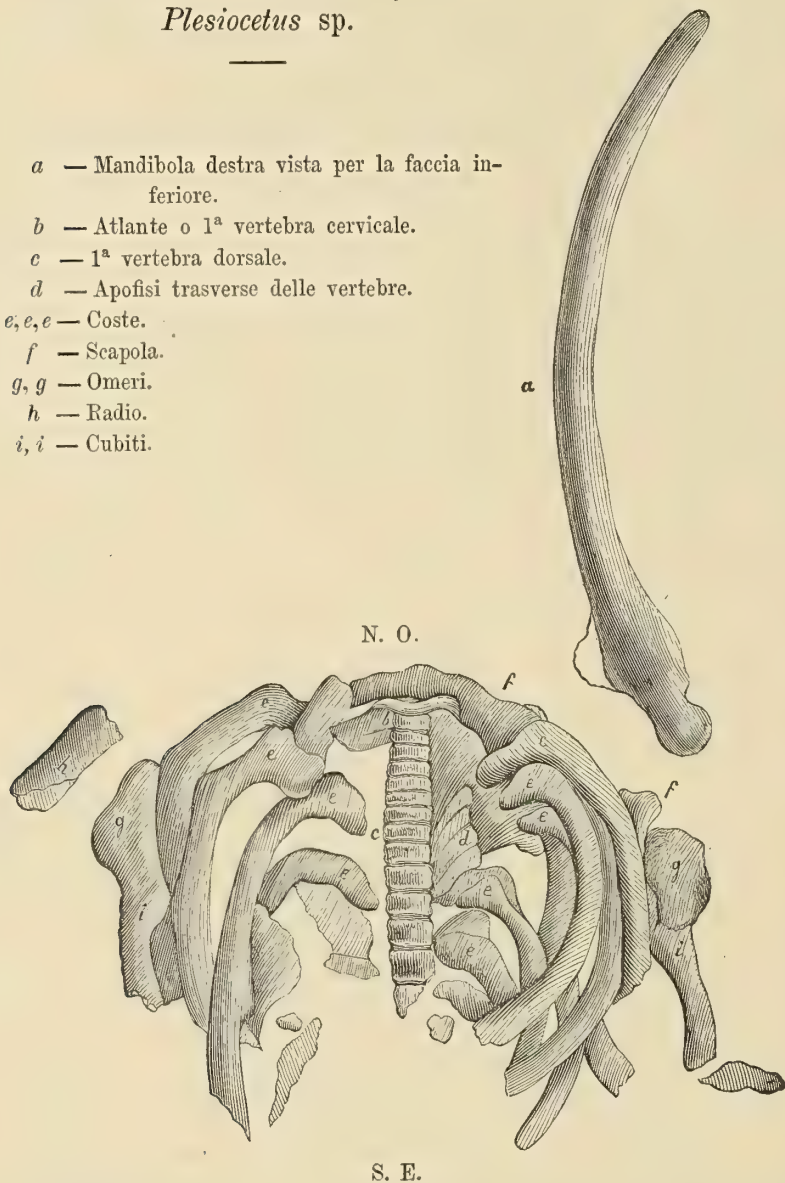
Ottenuto quanto desiderava, scrissi a Volterra pregando il signor Chierici perchè si compiacesse di fare scoprire i supposti resti di cetaceo, affinchè arrivando in quella città il 20 ottobre potessi recarmi ad esaminarli.

Conoscendo altri avanzi di balenottere trovati subito fuori delle mura di Volterra, supponeva che mi sarebbe stato agevole di compiere rapidamente e senza difficoltà la mia esplorazione; ma appena giunto imparai che mi restava da fare buon tratto di strada, poichè i resti che mi proponeva di esaminare giacevano a quasi 300 metri sotto il livello della città. Fui allora informato che il fossile si trovava in un podere della signora Maddalena Sermolli Matteoni e, prima ancora di arrivare sul posto, mi persuasi che non subito, nè tanto facilmente, quelle ossa sarebbero state disotterrate e restaurate.

Accompagnato dal signor Chierici e dal fattore della signora Sermolli, mi recai al podere *le Colombaie* e poichè m'avvidi che, tranne il caso di pagar quelle ossa a peso d'oro non avrei potuto ottenerle; temendo che potessero andare, almeno in parte, sciupate o disperse prima che mi fosse stato conceduto di scavarle e studiarle accuratamente, disposi per tornar sul luogo il giorno seguente onde fare eseguire un disegno e approfittare di quei resti il meglio che avessi potuto prima che fossero sconvolti e maggiormente guastati. La mattina della domenica 21 ottobre 1877, da Volterra scesi nuovamente al podere le Colombaie, ed anzitutto riscontrai che i resti del cetaceo giacevano a met. 250 sul livello del mare, sulla destra del torrente Zambra, nel lato occidentale del botro di Serripoli. Imparai, allora come i contadini Michele

e Ottaviano Signorini, avendo ivi scoperti alcuni frammenti ossei, ne tenessero discorso col signor Alessandro Chierici di Volterra, il quale dopo avere consigliato ulteriori indagini diresse lo scavo che guidò alla scoperta di quanto è rappresentato nella unita figura ridotta da un disegno eseguito, sotto la mia direzione, dal suo figlio Italo cui sono lieto di porgere pubblicamente i più sinceri encomî e ringraziamenti.

Plesiocetus sp.

a — Mandibola destra vista per la faccia inferiore.
b — Atlante o 1ª vertebra cervicale.
c — 1ª vertebra dorsale.
d — Apofisi trasverse delle vertebre.
e, e, e — Coste.
f — Scapola.
g, g — Omeri.
h — Radio.
i, i — Cubiti.

Per potere, almeno, render conto esattissimo come quelle ossa giacessero sepolte e quanto restasse ancora del cetaceo delle Colombaie, dopo avere tracciato un reticolo sull'originale per mezzo di funicelle, feci disegnare il fossile a un ottavo della grandezza naturale, e da quel disegno ridotto a $^1/_5$ ottenni poscia la qui unita figura la quale, per conseguenza, rappresenta il fossile stesso nella proporzione di $^1/_{40}$.

Mentre il signor Italo Chierici disegnava, io prendeva note e misurava scrupolosamente tutte le ossa messe allo scoperto, sicchè le misure stesse servivano per le correzioni del disegno il quale per tal modo riescì esattissimo. Finalmente indicai all'intelligentissimo artista come avrebbe dovuto procedere per la estrazione e imballaggio di quelle ossa, qualora avessi avuto il permesso di farle cavare. E qui prima di dire in che consistano i resti del cetaceo delle Colombaie e a qual animale siano presumibilmente da riferirsi, aggiungerò: che appena tornai a Firenze, con lettera commendatizia della mia zia marchesa Paola Niccolini mi recai a visitare la signora Maddalena Sermolli Matteoni nella sua villa di Borgo a Buggiano sperando, invano, di ottenere il permesso di fare scavare a tutte mie spese i resti del cetaceo delle Colombaie.

La gentildonna poichè mi ebbe notificato il suo divisamento di offrire quelle ossa fossili alla città di Volterra mi assicurava che, nel caso di non accettazione da parte di quel municipio, avrei avuto quanto desiderava. Ond' io, fidando che i padri coscritti volterrani, col loro buon senso, avrebbero riconosciuto inutile spesa l'acquisto di poche malconcie ossa fossili di balena le quali solo possono interessare un museo già ricco di simili avanzi, sperai ancora che la balenottera delle Colombaie potesse venire a far compagnia ai suoi parenti che stanno nel museo di Bologna.

Frattanto il signor Italo Chierici ed il signor Ottavio Ferrini fattore della nobile signora Sermolli convennero di mettere in salvo quelle ossa, anzichè tornarle a sotterrare per la terza volta; e seguendo le norme che loro avevo indicate, vista la impossibilità di estrarre tutta quanta riunita quella congerie di ossa che copriva una superficie di oltre dodici metri quadrati, le ridussero in ben *quaranta pezzi* i quali, dopo tanto tempo e per le avarìe che avranno sofferto, giacendo come giacciono tuttavia nella casa del colono delle Colombaie, non sarà agevol cosa di ricomporre.

Trascorsi due mesi senza che la signora Sermolli rispondesse a una mia lettera nella quale, dietro suo invito, le aveva esposte le mie intenzioni riguardo alle ossa fossili trovate nel suo podere delle Colombaie, le scrissi nuovamente e in data 2 dicembre 1877 n'ebbi in risposta che: *Qualora il Municipio di Volterra rifiutasse per misura economica, quel dono*, sarebbe suo desiderio di offrirlo al museo di Firenze, a condizione che io potessi farne lo studio nell'interesse della scienza.

Trascorso quasi un anno scrissi di bel nuovo alla signora Sermolli chiedendo notizie intorno ai contrastati avanzi fossili e questa volta n'ebbi in risposta che attendeva una decisione da parte della direzione del museo di Firenze.

Stando le cose in questi termini, e nella quasi certezza che poco o nulla si potrà ormai raccapezzare di quelle ossa che avrebbero dovuto essere con ogni sollecitudine restaurate perchè non si avessero a ridurre in polvere e minuzzoli, ho pensato di pubblicare gli appunti fatti fino dal 21 ottobre 1877, i quali ad ogni buon conto potranno giovare anche per chi dovrà occuparsi di ricomporre gli avanzi della disgraziata balenottera volterrana.

Un primo sguardo alla figura che rappresenta l' insieme delle ossa come si trovavano allorchè furono messe allo scoperto in occasione della mia visita, ci fa conoscere che si tratta di avanzi di un misticeto; e quando si esaminano le vertebre, poichè fra esse vi hanno quelle della regione cervicale, si riconosce agevolmente che quei resti sono da riferirsi ad una balenottera.

Mentre d'ordinario si verifica che i cadaveri dei grandi cetacei fossili calarono a fondo o furono gettati contro le spiagge adagiandosi sopra uno dei lati, qui si riscontrava che l'animale era calato a fondo restando supino e col rostro rivolto a nord-ovest. Da ciò ne derivò che, esportando l'argilla che ricopriva le ossa, apparvero le vertebre per la faccia inferiore come si vede nella figura, restando così a destra dell'osservatore ciò che appartiene al lato sinistro e viceversa per il lato opposto; qualora si guardi quel gruppo di ossa nella sua posizione normale come appunto fu disegnato.

La mia attenzione si rivolse anzitutto alla bellissima mandibola (la destra *a*) che trovasi spostata dal lato sinistro del tronco dell'animale; ne misurai la lunghezza in met. 3,80 e trovai la estremità condiloidea perfettamente conservata alta met. 0,36, ma la incrostazione calcarea dalla quale l'osso era interamente rivestito non mi permise di farne un esame più accurato. Dal lato esterno e cioè a sinistra dell'osservatore si notava una espansione prodotta da una concrezione calcareo-marnosa costituitasi forse attorno a qualche frammento d'osso e probabilmente dipendente dall'apofisi coronoide rotta e spostata; nella figura questa concrezione è accennata da una linea scura che limita uno spazio bianco.

La posizione di questa mandibola e il non avere trovato avanzi del cranio al di sopra delle vertebre cervicali, eccezione fatta da qualche frammento osseo che potrebbe appartenere alla regione occipitale, darebbe luogo a credere che il cranio spiccato dal rimanente del corpo dell'animale, come avviene sovente, venisse spostato alquanto più verso nord prima che la sedimentazione avesse impedito ulteriore dislocazione delle ossa; cosicchè se si trattasse di tentare di ritrovare altre parti del cranio bisognerebbe ricercare dal lato di settentrione, ossia da quella parte alla quale era rivolto il lato interno della mandibola. Quest'osso fu esportato rompendolo in quattro parti, una delle quali so essersi ridotta in più minuti frammenti.

Dopo la mandibola, le ossa meglio conservate e dirò anche le più importanti sono le vertebre che in numero di tredici, più una quattordicesima incompleta, trovavansi tuttavia nei loro rapporti naturali e costituivano una lunghezza complessiva di met. 1,37; le misure riscontrate per la lunghezza delle singole vertebre sono le seguenti.

Atlante o	1.ª	vertebra	cervicale	met.	0,072
Asse o	2.ª	id.	id.		0,053
	3.ª	id.	id.		0,057
	4.ª	id.	id.		0,057
	5.ª	id.	id.		0,058
	6.ª	id.	id.		0,070
	7.ª	id.	id.		0,080
	1.ª	vertebra	dorsale		0,088
	2.ª	id.	id		0,112
	3.ª	id.	id.		0,130
	4.ª	id.	id.		0,140
	5.ª	id.	id.		0,145
	6.ª	id.	id.		0,149

Queste cifre sommate danno per le tredici vertebre met. 1,211; la differenza fra questo prodotto e la lunghezza totale complessiva rappresenta il valore dei corpi intervertebrali sostituiti nel fossile da lastre di calcare marnoso. Parecchie delle apofisi trasverse delle vertebre erano visibili dal lato sinistro dello scheletro e suppongo che le vertebre stesse fossero tuttavia con le rispettive apofisi spinose abbastanza ben conservate.

Le coste, in parte intere, in parte ridotte a frammenti, distribuite sui due lati e più o meno fortemente cementate e incrostate di calcare marnoso mi rappresentavano circa una metà dell'intera serie; una di esse la maggiore e meno guasta era lunga met. 2,00 seguendo la curva esterna, e alla base era larga met. 0,18.

La scapola sinistra *f* si trovava sotto le coste e con la sua cavità glenoide appena dislocata dal capo dell'omero corrispondente; la incrostazione calcareo-marnosa non permetteva di ben apprezzarne i contorni, ma se ne scorgeva abbastanza distinto il margine superiore.

Gli omeri *g* sono così mal conci; schiacciati, incrostati, che difficilmente sarebbero stati riconoscibili se trovati a parte; tanto il destro quanto il sinistro sono tuttavia in rapporto coi rispettivi cubiti *i* e con essi avvolti per intero dalla solita incrostazione; il cubito sinistro ha una larghezza media di met. 0,11.

Riconobbi il radio destro *h* spostato e in così cattivo stato che dubito non abbia potuto essere estratto e conservato.

Dopo avere rapidamente accennato in che consistano i resti della balenottera scoperta nel podere le Colombaie presso Volterra, aggiungerò che, prima di aver liberato le ossa dalla incrostazione calcareo-marnosa e prima di avere diligentemente esaminato la mandibola e le vertebre cervicali sarebbe impossibile di precisare a qual genere sia da riferirsi; ciononostante, per un complesso di caratteri, azzardo di sospettare che essa possa spettare al genere *Plesiocetus*, come lo stabilisce il prof. Van Beneden nelle sue più recenti pubblicazioni sui vertebrati fossili del Bacino di Anversa.

Insieme con questi resti di balenottera non furono raccolti altri avanzi di vertebrati, e bisogna aggiungere che essendo sepolta nelle più antiche marne plioceniche, gli avanzi di invertebrati incontrati, mentre quelle ossa venivano messe allo scoperto, furono pochissimi. Fra questi ricorderò il *Pecten comitatus* e l'*Ostrea cochlear* caratteristica delle più antiche marne plioceniche e segnatamente la varietà grande, in parte ancora ornata di strisce paonazze, che incontrata dal Mayer anche nel Piacentino diventò il tipo della sua *Ostrea Brocchii*.

E qui aggiungerò che: trovandomi a Volterra, mi ricordai dei resti di balenottera che si conservano nel r. Museo di storia naturale di Firenze e che già ebbi a menzionare in una mia Nota presentata a questa illustre Accademia nel gennaio 1876 [1].

Intorno a quei resti, che a suo tempo figureranno nella monografia delle balene fossili toscane, si sapeva soltanto che erano stati raccolti presso Volterra; fu quindi mia premura di adoperarmi per sapere dove e come fossero stati trovati, e potei così

[1] Capellini, *Sulle balene fossili toscane*. Atti della R. Acc. dei Lincei serie 2ª tomo III. Roma 1876.

verificare che: gli avanzi della balenottera di Volterra che altra volta riferii provvisoriamente alla stessa specie alla quale spetta una delle balenottere del Piacentino, e precisamente il *Cetotherium Cortesii*, furono scavati fuori le mura della città verso la porta s. Francesco nella proprietà del signor Giuseppe Topi. Recatomi sul luogo trovai che quei resti erano stati scavati ad una elevazione di circa 500 metri sul livello del mare, negli strati più recenti del pliocene volterrano.

E qui porrò fine a questa mia breve Nota, augurandomi che gli avanzi della balenottera delle Colombaie non restino più a lungo abbandonati in preda a mille cause di degradazione, e che le premurose cure dei signori Italo Chierici e fattore Ottavio Ferrini, per salvare quelle ossa, abbiano almeno il compenso della riconoscenza da parte degli studiosi.

Sopra certi organi di senso nelle antenne dei Ditteri.

Memoria del dott. PAOLO MAYER

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 4 maggio 1879.

Sei mesi fa nell' Archiv für mikroskopische Anatomie comparve un piccolo lavoro (¹) intitolato: *Sopra alcuni nuovi organi di senso in forma di otocisti negli insetti.* L'autore, prof. Vitus Graber, uno dei più conosciuti investigatori dell'anatomia degli insetti, sostiene di aver trovato nelle antenne di certi Ditteri un organo di udito interamente nuovo, della cui funzione fisiologica non si può menomamente dubitare. Ecco le sue parole (²): « Falls man den Insecten nicht überhaupt und ohne allen Grund separate und specifische Gehörorgane absprechen oder gar Einrichtungen erwarten will, die sich, wie etwa die flimmernden Otocysten anderer Wirbellosen mit ihrer ganzen Organisation nicht vertragen, dann wird man, so hoffen wir zuversichtlich, den von uns entdeckten Einrichtungen künftig wenigstens die gleiche Bedeutung wie den antennalen Hörblasen der Krebse zuerkennen? » S'intende, come tali parole così recise debbano fare un'impressione grandissima su tutti coloro che si danno allo studio di questi articolati. E con ragione, perchè tutti quegli apparecchi, di solito riguardati come veri organi di udito, erano stati trovati soltanto in pochissimi ordini di insetti, e perchè non si era ancora potuto determinare, se le antenne degli animali in esame fossero organi di udito o di olfatto, o servissero a tutti e due gli ufficî. Finora sempre si era trattato della funzione fisiologica di quei peli che rivestono la superficie delle antenne, e per la loro diversa struttura potevano servire a varî usi, specialmente per la funzione tattile. Più importante ancora era stata la conoscenza di certi infossamenti più o meno profondi, che il Leydig vide esistere nelle antenne di molti ordini d' insetti, muniti nel loro fondo di un certo numero di peli. Nondimeno anche in tal caso nulla si poteva dire di preciso sulla funzione di tali peli. Al tatto, certamente, essi non potevano servire; ma se avessero una funzione uditiva oppure olfattiva, ecco quello che non si poteva dire esattamente. D'altra parte, mentre che, dal lato della struttura, per gli insetti mancava sempre ancora la certezza necessaria, si erano già trovati nei Crostacei veri organi di udito, nei quali vedonsi riunite tutte quelle parti che si credono indispensabili per la funzione uditiva, cioè una vescichetta interamente chiusa, con dentro un otolite, con peli uditivi, con un nervo acustico ecc. Quindi deriva l'importanza che il Graber dà alla sua scoperta,

(¹) V. Graber, *Ueber neue, otocystenartige Sinnesorgane der Insecten.* Archiv für mikroskopische Anatomie 1878. Bd. XVI S. 36-57 Taf. III u. IV.

(²) L. c. p. 37.

appunto perchè questa dimostrerebbe ancora una volta l'analogia che passa fra le varie classi degli Artropodi.

La descrizione che il Graber dà del nuovo organo è la seguente:

L'antenna del *Syrphus balteatus* Degeer, nello stesso modo che quella di molti Ditteri brachiceri, consta di tre articoli. Sopra i due articoli basali, che hanno la forma di un imbuto, non si trovano che pochi peli articolati, sparsi qua e là ed abbastanza lunghi; invece l'articolo terminale ovoide ha un fitto rivestimento di due specie di peli, cioè di setole copritrici e di peli articolati, piuttosto corti. Nell'interno dell'antenna corre il nervo antennale, notevole per la sua grossezza, perchè, dopo di aver fornito piccoli gangli ai peli degli articoli basali, facendone così organi di senso (probabilmente di tatto), entra nell'articolo terminale ovoide, distribuendo fibre finissime a quei peli articolati.

Fin qui non veggo niente di straordinario. Ma nel seguito del lavoro il Graber[1] sostiene di aver trovato un « frei im Lumen des Endgliedes liegendes Körperchen, das durch seine bräunlichgelbe Färbung sofort die chitinöse Natur verräth». Per questo egli ha trattato l'antenna fresca con una soluzione di acido osmico ($^1/_{10}$ $^0/_0$) e, dopo di averla messa in alcool assoluto, in olio di garofano, ed in balsamo di Canadà, l'ha guardato sotto una pressione moderata (« unter mässigem Druck »[2]) con sistemi da immersione. In tal modo egli vede che il corpicciuolo chitinoso non è altro che una capsula interamente chiusa e rivestita all'interno di peli similmente articolati e diretti tutti verso il centro della capsula, la quale dalla parte esterna è circondata da uno strato di cellule, destinate senza dubbio a formare la chitina. La connessione diretta di queste cellule con gli elementi nervosi dell'antenna il Graber la crede molto probabile, ma non la dà come sicura. È degno pure di essere riferito il fatto che sull'antenna del *Sicus ferrugineus* L. si trovano soltanto le setole copritrici e non i peli articolati; quindi « auch eine directe Ableitung der Otocysten-Hare von gelenkigen Cuticularanhängen des Integumentes ausgeschlossen bleibt [3] ». Per conseguenza i peli nell'interno della capsula sono sui generis. Nè manca una specie di otolite; almeno, in una *Helomyza,* il Graber trovò nella capsula un « dunkelrandiges kugelförmiges Gebilde, das beiläufig die Hälfte der Otocystenhöhlung einnahm, nach längerer Einwirkung von Kreosot aber ohne die geringste sichtbare Spur zu hinterlassen verschwand [4]» , probabilmente un « geformter organischer Körper », il quale si scioglieva nel creosoto.

Da tutto ciò il Graber conchiude, e con ragione, che le capsule in esame sono otocisti, e quindi funzionano da organi di udito.

Allorchè per la prima volta io lessi questo lavoro, provai naturalmente anch'io il dubbio che deve provare ogni altro zoologo, il quale abbia conoscenza delle antenne degli insetti: sono giuste le osservazioni che servono da fondamento a conclusioni tanto vaste? sono veramente le « vescichette uditive » tali quali le descrive il Graber? S'immagini un poco: nell'interno dell'antenna si troverebbe una capsula chitinosa interamente chiusa.

[1] L. c. p. 40.
[2] L. c. p. 38.
[3] L. c. p. 41.
[4] L. c. p. 43.

Or si sapeva che tutte le parti chitinose che si trovano nell'interno del corpo degli Artropodi sono sempre in continuazione col rivestimento chitinoso esterno; giacchè pure i tendini così detti chitinosi, cioè quei tratti chitinosi, dai quali cominciano i muscoli grossi, non sono altro che infossamenti dell'epidermide, quantunque abbiano poi perduto la loro cavità originaria. Ammesso dunque che la « vescichetta uditiva » non istava più in comunicazione diretta coll'esterno, la strada presa dalla capsula nel suo introflettersi nella antenna, avrebbe dovuto essere accennata almeno da qualche nastrino chitinoso, che dall'epidermide fosse andato alla capsula. Pertanto fin da principio mi venne il pensiero che forse le ricerche del professore di Czernowitz non fossero abbastanza accurate, e m'indussi ad esaminare attentamente lo stato delle cose. Pure debbo confessare che non avrei mai creduto che le mie ricerche dovessero condurmi ad un risultato tanto sfavorevole ai nuovi organi del Graber quanto in fatti è divenuto.

In primo luogo mi sono occupato di una delle molte specie del genere *Drosophila*, assai comune in Napoli durante l'inverno. L'articolo terminale di questo dittero si vede disegnato nella figura 1; la figura 2 mostra un taglio ottico della così detta vescichetta uditiva. Vero è che nell'interno della antenna nel lato opposto alla setola si trova una vescichetta, la quale per tutta la sua struttura è conforme a quella descritta dal Graber; nondimeno essa, lungi dall'essere chiusa in tutta la sua estensione, comunica invece per mezzo di un lungo collo coll'esterno a guisa di una bottiglia. In vicinanza dell'apertura si trova un secondo infossamento, di poca profondità, ma pure rivestito di peli nel suo fondo (fig. 2*a*). Sulla superficie dell'antenna si vedono le due specie di peli descritte dal Graber. Per ciò che riguarda la congiunzione del nervo colla capsula debbo dire che non l'ho potuto vedere così bene come avrei voluto. Ritornerò su quest'argomento più tardi.

Questi risultati ottenuti nella *Drosophila* naturalmente mi eccitarono ad esaminare pure le specie studiate dal Graber, cioè il *Sicus ferrugineus* ed il *Syrphus balteatus*, e che, dietro mia richiesta, mi furono gentilmente inviate dal dott. F. Stein, assistente del Museo zoologico di Berlino. Essendo questi insetti rimasti per molti anni a secco secondo che si usa per tali collezioni entomologiche, ed oltre ciò essendo stati per comodità di spedizione incollati colla gomma sopra un pezzo di carta, è chiaro che mi potevano servire soltanto per lo studio delle parti chitinose, per cui difatti si dimostravano buonissimi. Ed ecco quello che ho veduto. Nell'antenna del *Syrphus balteatus*, nel luogo indicato dal Graber, si trova la « vescichetta uditiva », ma non sotto forma di una vescica chiusa interamente, bensì di un sacchetto munito di un'apertura abbastanza larga (fig. 5). Nel contorno di quest'ultima i peli che del resto sono assai frequenti alla superficie dell'antenna, trovansi più rari, e da questo luogo quasi privo di peli il sacco man mano s'infossa nell'interno. Nell'antenna del *Sicus ferrugineus* la quale secondo il Graber pure non ha che una sola vescichetta, se ne trovano invece, almeno tre, di cui due vicinissime (fig. 4) sono rinchiuse da un cercine comune quasi senza peli, mentrechè la terza è più distante (*a* fig. 4 sezione ottica). In un esemplare ne ho trovato anche una quarta più vicina all'apice dell'antenna, fatto questo che sembra dimostrare non esservi regolarità nel numero delle medesime. Insomma, invece di una vescichetta interamente chiusa, come la vuole il Graber, nell'antenna del *Sicus* esistono tre sacchi comunicanti coll'esterno

per mezzo di larghe aperture. Ed è per questo, che, come in seguito dimostrerò, la scoperta del Graber perde quasi tutta la sua importanza, e prima di tutto il merito della novità.

Il numero dei sacchi è molto ristretto nel *Sicus*. Non così nell'*Eristalis tenax* L., della quale ho potuto esaminare molti esemplari allo stato fresco. In questa mosca nella parte basale dell' articolo terminale (fig. 3) si trova sempre un grande infossamento, corrispondente a quell' unico del *Syrphus*, ed oltre questo una quantità di sacchi più piccoli sparsi qua e là nell' interno dell' antenna. Così la *Eristalis* (¹) costituisce il passaggio dei Brachiceri fin qua esaminati e forniti di antenne, il cui articolo terminale è corto ed ovoide, a quelli che hanno l'articolo terminale lungo, come per esempio le specie del genere *Musca*. È vero che in una piccola specie di *Musca* (*domestica?*) non si trovano che pochi infossamenti (vedi fig. 6), ma nella grande *Musca vomitoria* L. (fig. 7 e 8) le « vescichette uditive » sono distribuite sopra tutta la superficie dell'articolo terminale, e non già solamente alla base del medesimo, e variano nel numero (da 50 fino a 100) e nella grandezza. Uno sguardo alla fig. 9 dimostra, che vi sono sacchetti costituiti da un semplice infossamento quasi impercettibile della superficie, poi altri che sono già muniti di un canale a guisa di collo, e finalmente altri ancora che nell' interno dell'antenna formano un sistema complicato di fossette coerenti tutte insieme e sboccanti per mezzo di una sola apertura. È da notare che tutti questi caratteri dell'antenna della *Musca vomitoria* furono già scoperti dal Leydig nel 1860. Questo scienziato accuratissimo dice (²): « Vor Allem fallen sie [die Gruben] durch ihre Grösse auf, dann dadurch, dass ihre Oeffnung an der Haut einen Borstenkranz zeigt, am meisten aber durch den Umstand, dass sie im isolirten Zustande als weit nach innen gebuchtete Säcke sich zu erkennen geben, die unten völlig geschlossen in ihren Umrissen an manche Drüsenformen erinnern können. Zu jedem Säckchen gehört eine ihr innig anhaftende Zone cylindrischer Zellen. Von der Innenfläche des Säckchens erheben sich blasse hohle Kegel, und dass ihre Höhlung sich gegen die Matrix der Cuticula hin öffnet, sieht man bestimmt an isolirten oder einigermassen frei liegenden Säcken ...... Was den übrigen Inhalt des Antennenkolbens betrifft, so entwickelt der Nerv ein starkes Ganglion, aus dem wieder ein peripherisches Nervengeflecht hervorgeht, von dem ich erkannt zu haben glaube, dass die letzten Ausläufer sich in die je ein Säckchen umgebenden Zellen verlieren ». Del resto nell'aggruppamento dei sacchetti si vede una certa regolarità, poichè in un lato dell'antenna essi sono pochi, ma più grandi, nell'altro sono più piccoli, ma in più gran numero, ed oltre a ciò costantemente alla base dell'antenna si nota un infossamento molto complicato (*a* nelle fig. 8 e 9).

Detto così della descrizione anatomica tratteremo ora della funzione degli organi

(¹) Vedonsi tutte queste cose anche nelle antenne intere, alla cui chitina fu tolto il pigmento nero. Questo scoloramento si può ottenere per mezzo di cloro allo stato nascente, il quale si ha, coprendo gli oggetti di cristalli di clorato di potassa, e cui poi si aggiunge l'acido cloridrico più o meno concentrato. Vedi del resto il mio lavoro sopra l'anatomia della *Pyrrhocoris* nell' Archiv für Anatomie und Physiologie herausg. v. Reichert u. Du Bois-Reymond 1874 u. 1875.

(²) F. Leydig, *Ueber Geruchs- und Gehörsorgane der Krebse und Insecten.* Archiv f. Anatomie und Physiologie herausg. v. Reichert u. Du Bois-Reymond 1860 p. 276.

in esame. Se fosse vero ciò che dice il Graber, che non vi esista, cioè, la menoma comunicazione diretta coll' esterno, non sarebbe punto dubbia l' interpretazione che loro vien data dall'autore di cui si parla, ossia che fossero organi di udito. Ma, ammessa una volta questa comunicazione, tre cose sono possibili: o questi apparecchi sono organi di udito, o funzionano da organi di olfatto, o finalmente sono ghiandole. A prima giunta sembrerebbe più probabile l' ultima conclusione. Nondimeno anche cogl' ingrandimenti più forti (sistema da immersione M dello Zeiss) e sotto le condizioni più favorevoli non ho potuto scoprire nella parete chitinosa dei sacchetti la menoma traccia di aperture, per le quali le ghiandole immaginate potrebbero emettere la materia da loro prodotta. Anche ai peli mancano le aperture, sicchè non si può pensare a ghiandole. Ma quei peli sono veramente peli di senso? Per le mie ricerche sono in grado di poter dare una risposta affermativa a questa seconda quistione. Prima di tutto essi sono molto teneri e straordinariamente pallidi, così che sovente si veggono appena; oltre a ciò hanno una forma diversa da quella degli altri peli antennali. Le pareti chitinose ne sono estremamente sottili e non hanno il solito colore giallo, ma sono incolori; il lume è pieno di una massa, che si può seguire nella cellula alla quale il pelo appartiene (fig. 12). E tutte queste particolarità si trovano anche là dove l' infossamento è così piccolo che non contiene che un solo di questi peli nel fondo, mentrechè il margine è rivestito di peli ordinarî (fig. 10). Da tutto questo si può conchiudere, che tai peli sono di natura specifica, secondo che avea già detto il Leydig. Non sono riuscito però a vedere l' entrata di fibre nervose nelle singole cellule che danno origine ai peli; giacchè la conservazione di tutti questi elementi teneri è tanto difficile, che nei tagli più sottili non si può vedere tutto quello che si desidera. Certo è, che nella *Musca vomitoria* - l'oggetto più favorevole per lo studio di queste minutissime particolarità - quasi tutto l' interno dell' antenna, tranne lo spazio occupato dalle cellule dell' epidermide e dalle cellule omologhe degli infossamenti è riempito dal grosso nervo antennale. Solamente un ramo tracheale, ed una quantità di cellule molto grandi, di forma rotonda, con grandi nuclei (cellule mesodermiche?) trovansi negli spazî lasciati dal nervo e dalle sue ramificazioni (fig. 9). Queste ultime, quanto più vicine alla periferia dell' antenna tanto più numerose, sono congiunte tra loro per mezzo di anastomosi (fig. 11) e finiscono per unirsi alle cellule epidermoidali ed a quelle degl' infossamenti. Non ho potuto vedere quello che dice il Graber, ossia che ogni fibra, prima di entrare nella cellula, si allarga per formare un piccolo ganglio.

Per ciò che riguarda l'otolite trovato dal Graber nell' *Helomyza* s' intende ora, che quel corpo, di cui egli parla, dall'orlo scuro, solubile nel creosoto, senza lasciar il menomo residuo, non sia stato altro che una bolla d'aria, entrata nella cavità dell' infossamento, quando l'antenna dall'alcool assoluto si metteva nel creosoto. È chiaro che pel Graber, il quale nega la presenza di un'apertura, questa spiegazione non poteva essere possibile.

I risultati di queste ricerche limitate semplicemente alle mosche propriamente dette, cioè Ditteri brachiceri, sarebbero dunque i seguenti ([1]). In tutte le specie

([1]) Già vennero pubblicati nel Zoologischer Anzeiger v. Victor Carus 1879, II p. 182.

esaminate si trovano nell'articolo terminale delle antenne certi infossamenti rivestiti nel loro fondo di peli sensorî, innervati dal nervo antennale, e funzionanti da organi di udito o di olfatto. Nelle antenne piccolissime fornite di un articolo terminale ovoide si trova un solo infossamento, situato costantemente vicino alla base dirimpetto alla larga setola; invece nelle più grandi, specialmente in quelle coll' articolo terminale allungato, il loro numero cresce, ma quasi sempre per le dimensioni e pel sito uno di essi si riconosce come omologo a quell'unico. Il merito del Graber consiste nell'avere richiamato la nostra attenzione su questi organi. Del resto le nostre conoscenze in proposito non andranno più oltre, se non quando saranno istituite delle ricerche comparative sopra tutti gli ordini degli insetti, ricerche che dovrebbero trattare pure la parte fisiologica della quistione. Non credo però che in questo ci sarà per essere molto utile l'embriologia, giacchè le abitudini molto diverse di un insetto nei varî stadî del suo sviluppo debbono necessariamente indurre modificazioni differenti delle antenne. Forse migliori risultati si potrebbero ottenere dallo studio degli insetti a metamorfosi incompleta, sopratutto di quegli Emitteri acquatici che, come la corisa, si fanno notare per la loro trasparenza.

Intanto, mentrechè mi occupavo di queste quistioni, apparve un lavoro del Bertè [1] sopra le antenne della pulce umana, per cui m'indussi ad estendere le mie ricerche anche sopra gli Afanitteri. Il Bertè pure ha trovato un organo di udito, anzi, egli dice che quest'organo è molto simile a quello dei Vertebrati. Almeno nella sua pubblicazione si vede fatto cenno [2] di una «finestra rotonda», di una «vescicola labirintica», e di «prolungamenti che ricordano le cellule fusiformi di Deiters dell'organo del Corti della coclea dei Mammiferi».

Dopo di aver detto che il segmento terminale della antenna della *Pulex irritans* L. si unisce alla testa per mezzo di due articoli basali, il Bertè aggiunge [3]: « Il fatto importante è che il segmento terminale, a differenza degli altri due, presenta una grande cavità, chiusa da una membranella connettivale amorfa, che rappresenta una vescicola labirintica». Poi l'autore descrive le spine sulla superficie del segmento terminale, ma in una maniera poco chiara e secondo me non sempre in accordo coi disegni. Dopo questo si parla «di cellule fusiformi con lunghi prolungamenti», che si troverebbero nella parte posteriore del segmento terminale. Indi il Bertè fa menzione [4] di «un'apertura circolare (finestra rotonda), che rappresenta un largo orificio della vescicola labirintica», ma non ha potuto veder chiaramente, «se quest' orificio sia o no chiuso da una membrana ..... come quella del timpano degli animali superiori». Finalmente egli descrive e disegna un ganglio grosso situato nell'apice dell'antenna, e conchiude [5]: « Queste ricerche mi lusingo che non lasceranno dubbio sopra la funzione uditiva delle antenne della pulce ».

[1] F. Bertè, *Contribuzione all'anatomia ed alla fisiologia delle antenne degli Afanitteri*. Ricerche fatte nel laboratorio di Anatomia normale della R. Università di Roma. 1878, vol. II fasc. I p. 77-82 tav. VI.

[2] L. c. p. 81, 80 e 81.

[3] L. c. p. 80.

[4] L. c. p. 81.

[5] L. c. p. 79.

Mi rincresce di dover qui dire, che i risultati dei miei studî non confermano per nulla l'esposizione che il Bertè dà dei caratteri delle antenne degli insetti in esame, confondendo parti chitinose con non chitinose, e dichiarando come interne, parti che si trovano sulla superficie ecc. E dapprima, quanto alla grande cavità trovata dal Bertè nel segmento terminale, a me pare che l'autore mostri d'ignorare che tutti gli articoli non sono altro che tubi cavi con dentro nervi, muscoli ecc. Infatti il segmento terminale differisce dagli altri due soltanto per le sue dimensioni e per le pareti più delicate; del resto nell'interno è tanto pieno e tanto vuoto quanto essi. Poi, paragonando il disegno dato nella pubblicazione a cui accenno, cioè la fig. 7, nella quale le «cellule fusiformi con lunghi prolungamenti» sono segnate *cf*, con quello che ho potuto vedere in realtà, io suppongo che queste cellule rappresentano soltanto le parti più delicate della parete chitinosa tra quegli anelli più doppî, dei quali più tardi parlerò, come pure che i «nuclei» non sono altro che le sezioni ottiche di peli chitinosi. Credo ancora sezioni ottiche di peli quei piccoli cerchi simili a nuclei, disegnati nella fig. 2, 4, ecc., ma non indicati nella spiegazione della tavola e nemmeno nel testo. La così detta «finestra rotonda» io non l'ho veduta; nè sono riuscito a trovare il ganglio.

Non vi è dubbio che l'antenna della pulce, così per la sua piccolezza come eziandio per altre ragioni, forma uno dei più difficili argomenti di osservazione, onde rende necessarî, per lo studio, non solamente i sistemi da immersione più forti, ma pure tutti i mezzi che ci dà la tecnica microscopica tanto avanzata nei nostri tempi. Specialissima attenzione bisogna fare al vario potere rifrangente degli olî volatili. I peli sensorî per esempio, dei quali parlerò più tardi, si vedono meglio in olio di trementina o di bergamotta che in quello di garofano o in balsamo di Canadà. Per conservare le parti interne e molli dell'antenna, cioè per non lasciar loro il tempo di cambiare in un modo qualunque la forma e posizione relativa, ho trovato necessario di procurare una morte immediata degli animali da esaminare, e per questo li ho gettati in alcool assoluto bollente, che penetra nell'interno molto più prontamente di ogni altro reagente chimico. La stessa facilità di penetrazione è posseduta dalle soluzioni coloranti alcooliche in confronto di quelle acquose, come il carminio di Beale ecc., ma in generale queste ultime non penetrano attraverso le pareti chitinose e quasi incerate degli insetti. Nondimeno anche colle soluzioni alcooliche, come per esempio con quella di cocciniglia [1], ho trovato certe difficoltà [2]. Poi, messo tutto l'animale in olio di bergamotta, ne ho tolto le antenne, che ho rinchiuso in paraffina,

[1] Vedi per la colorazione con questo nuovo mezzo la mia pubblicazione nel Zoolog. Anzeiger von Victor Carus. 1878 I p. 345 e 346.

[2] I metodi di cui mi sono servito per le antenne delle mosche sono quasi gli stessi, differendo soltanto là dove le dimensioni più grandi degli oggetti permettevano di colorare i singoli tagli; metodo migliore dell'altro, cioè di fare sezioni dell'oggetto colorato in totale. Anche per le mosche l'alcool assoluto bollente mi si è dimostrato utilissimo, cagionando le menome alterazioni possibili dei tessuti. L'induramento in acido cromico ecc. mi pare poco o nulla conveniente, perchè quegli acidi o soluzioni acquose di sali non penetrano se non molto lentamente, mentrechè nell'interno già può esser cominciata una macerazione leggiera. L'acido osmico in forma di vapori fa un'eccezione, ma non giova molto.

per farne dei tagli. Le sezioni fatte al modo del Bertè, cioè della testa dell'animale colle antenne in sito, mi diedero sempre cattivi risultati. Del resto sono molto istruttive anche le antenne secche, messe direttamente in balsamo, e quindi piene d'aria in varî luoghi.

Osservando nelle suddette condizioni io sono giunto alle seguenti conclusioni. Il segmento terminale ha la forma di una lente elissoidale, allungata da una parte in un picciuolo. Non soprastando liberamente sulla testa della pulce, ma rinchiuso in una fossetta, nella quale è protetto da una serie di spine appartenenti al secondo articolo dell'antenna (vedi la fig. 1 del Bertè), questo segmento ha le due facce larghe ed appiattite diverse l'una dall'altra. Difatto quella che si adatta alle pareti della testa, è interamente senza spine (vedi fig. 14), mentrechè l'altra diretta infuori ne ha nove, distribuite in tre gruppi, ciascuno di tre, siccome dimostra la fig. 13. (In parecchi casi nella serie media ho trovato quattro spine; ma debbo notare che questa particolarità non è punto dipendente dal sesso, trovandosi indifferentemente nel maschio e nella femmina, che del resto non presentano alcuna differenza nella forma dell'antenna). Sopra tutta la superficie si vedono linee delicate, quasi parallele nella faccia libera, ma congiunte sull'altra in una maniera singolare (vedi fig. 14). Secondo me queste linee non sono altro che i rudimenti di una antica segmentazione dell'articolo terminale, la quale, per la muscolatura ecc. divenuta obsoleta, si mantiene ancora in questa forma. Questa opinione viene confermata dal fatto che la maggior parte di queste linee divisorie finisce in uno dei margini dell'antenna in un numero corrispondente di incisioni profonde (fig. 13). Così l'articolo terminale consterebbe almeno di otto segmenti, e quindi tutta l'antenna di almeno dieci.

Le incisioni ora notate, producendo nell'antenna un numero uguale di cavità cuneiformi (fig. 13 e 14), si estendono più in una delle facce della lente e meno nell'altra, ed hanno le pareti contorte nell'asse longitudinale. Così avviene, che guardando l'antenna da una delle facce ed abbassando o alzando il tubo del microscopio a prima vista si ha una quantità imbarazzante di linee che non divengono chiare ed intelligibili, se non dopo l'esame accurato di una serie di sezioni. Pure la loro complicazione è tale, che riuscirebbe lunga troppo e noiosa la descrizione e richiederebbe l'aiuto di un gran numero di disegni. Mi contenterò quindi delle note seguenti. Quei pezzi (sono cinque) del segmento terminale, i quali si trovano fra le incisioni, portano ciascuno una setola. Nel fondo di ciascuna delle cavità cuneiformi, di cui sopra ho detto, vedesi una larga apertura (fig. 16), da cui comincia un sacchetto. La forma e la struttura di questo sacchetto è pari a quella degli infossamenti antennali delle mosche; similmente a cui è pure fornito di peli sensorî ([1]). Quindi l'anatomia di questa parte dell'antenna non presenta grandi difficoltà. Non così per l'altra parte, che vorrei qui dire basilare; giacchè malgrado tutti gli sforzi non sono riuscito a farmi un'idea chiara della configurazione delle pareti chitinose. Difatti alla base del

([1]) Nella fig. 16 si vede, che i peli hanno diverse forme. Regolarmente in ogni fossetta si trovano due peli conici ed altrettanti peli lunghi di forma cilindrica. Costantemente uno dei primi colla base molto larga è disposto nel fondo della fossetta in modo che, guardata l'antenna dalla superficie, si presenta nella sezione ottica; questo probabilmente al Bertè fece l'impressione di un nucleo di cellula.

segmento terminale si trovano due prolungamenti a guisa di alette (fig. 13 e 14), i quali richiamarono l'attenzione di tutti quelli che si sono occupati delle pulci. Tali organi sono semplicemente le parti libere di due segmenti, e quindi non differiscono dagli altri cinque segmenti se non per la forma, che si potrebbe rassomigliare a quella di una bottiglia appiattita, fissata col suo collo al corpo del segmento terminale dell'antenna. Sembra, ma non ho potuto assicurarmene con esattezza, che i grandi infossamenti segnati *c* nelle figure 13 e 16 sbocchino presso al peduncolo di queste alette.

Intanto i prolungamenti in esame si rendono interessanti anche per un'altra circostanza, la quale è questa, che nella loro vicinanza hanno un numero limitato (9 o 10) di corpi come peli lunghi, ma di tipo diverso da quello dei peli sensorî degli infossamenti. Questi peli cominciano con una base larga, ma poi ben presto divengono strettissimi, e finalmente allargandosi di nuovo, formano una specie di cucchiaio o meglio di spatola (fig. 15 *b*). Guardando l'antenna dalla faccia in cui si trovano quelle tre serie di peli, gli organi in esame si vedono coperti dalla parete chitinosa del segmento terminale, ciò che farebbe credere ad un'origine dall'interno dell'antenna. Nondimeno manca ogni traccia di contorni, che accennino ad un infossamento qualunque; quindi, se si credono peli veri, dobbiamo necessariamente ammettere, che si alzino dalla faccia inferiore della base del peduncolo dei prolungamenti, e che, diretti infuori, sieno circondati e, per così dire, legati insieme dalle alette medesime. Ma un altro «pelo», interamente uguale, e sempre uno solo, trovandosi proprio nell'interno stesso dell'ultima delle pareti divisorie di quelle cinque incisioni cuneiformi, di cui ebbi a dire di sopra, non resta che a dichiarare cotali apparenze piliformi, non veri peli, ma semplici fossette estremamente lunghe e strette a guisa di tubi. Simile conclusione è confermata pure dal vedere che nelle antenne seccate e poi messe direttamente in balsamo tali «peli» sempre sono pieni d'aria. Se intanto queste sieno vere cavità o no, non posso assicurare con certezza, essendo che non mi è mai riuscito di vedere le aperture di questi organi, sulla cui funzione naturalmente non si potrebbero fare, nello stato presente delle nostre conoscenze, che semplici congetture. Forse un giorno su questo argomento potrà la scienza dire qualche cosa di più preciso, quando si saranno studiate con esattezza le antenne di altri Ditteri e di altri Coleotteri; forse allora potrà pure trovare così un criterio per stabilire definitivamente la posizione sistematica della *Pulex* nella grande classe degli Insetti.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE.

Fig. 1. Segmento terminale dell'antenna di *Drosophila* spec. Disegnati soltanto i peli articolati alla superficie dell'antenna, omesse le setole copritrici. Ingrand. 250.

Fig. 2. Sezione attraverso l'infossamento antennale della *Drosophila*. *a* — piccolo infossamento. Ingrand. 400.

Fig. 3. Antenna di *Eristalis tenax* L. Delle fossette antennali le sei prime a sinistra si trovano nella faccia inferiore, le due seguenti nella superiore, l'ultima si mostra nella sezione ottica. Non furono disegnati i peli. Ingrand. 60.

Fig. 4. Articolo terminale di *Sicus ferrugineus* L. I peli come nella fig. 1. Ingrand. 110.

Fig. 5. Articolo terminale di *Syrphus balteatus* Degeer. Si è trascurato di disegnare i peli. Ingrand. 110.

Fig. 6. Antenna di una *Musca (domestica?)* con soltanto tre fossette antennali. I peli non disegnati. Ingrand. 30.

Fig. 7 e 8. Le due antenne dello stesso esemplare di *Musca vomitoria*. L., viste dai due lati. I peli non disegnati. Tutte le fossette, tranne quella segnata *a*, hanno le loro aperture dirette verso l'apice dell'antenna. Ingrand. 30.

Fig. 9. Sezione del segmento terminale di *Musca vomitoria*. I peli sulla superficie e negli infossamenti non disegnati. *a* — infossamento alla base. Ingrand. 110.

Fig. 10. Fossetta con un solo pelo sensorio di *Musca vomitoria*. Ingrand. incirca 600.

Fig. 11. Parte di una sezione di una fossetta di *Musca vomitoria*. Si vedono le anastomosi dei nervi ed il loro avvicinamento alle cellule epidermoidali. I peli della fossetta sono disegnati nella sezione ottica. Ingrand. 400.

Fig. 12. Sezione della fossetta antennale più grande di *Eristalis tenax*. Disegno semischematico. Ingrand. 400.

Fig. 13 a 16, di *Pulex irritans* L.

Fig. 13. Segmento terminale veduto dal lato libero, e

Fig. 14, dal lato diretto verso la testa. Nella fig. 13 sono indicati pure gli infossamenti; quello segnato *a* è piccolo e contiene un solo pelo sensorio. *c* — infossamenti grandi. Ingrand. 400.

Fig. 15. Segmento terminale compresso per dimostrare le fossette in forma di peli, segnate *b*, nella parte basale dell'articolo. *a* — le tre serie di peli sulla superficie. Ingrand. 400.

Fig. 16. Parte di una sezione del segmento terminale, la quale dimostra gli infossamenti sensorî. *a* e *c* — come nella fig. 13. Ingrand. incirca 700.

Fig. 1
Fig. 2.
a
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8.
a
Fig. 1.

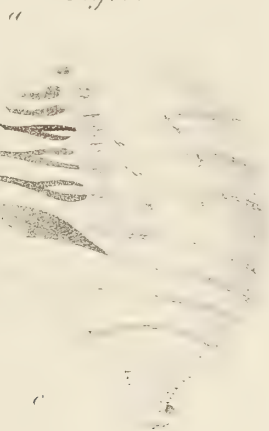



Fig. 16
c
a
Fig. 13
a
c
Fig. 12.
Fig. 14.
Fig. 10.
Fig. 15.
a
b
Fig. 9
a

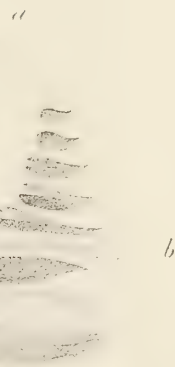
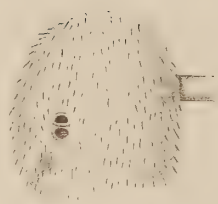
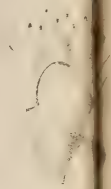
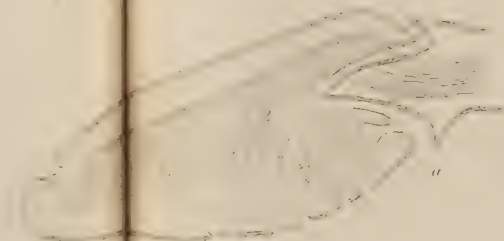
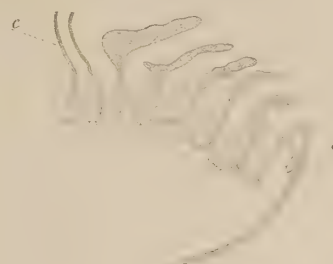
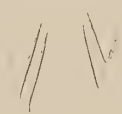
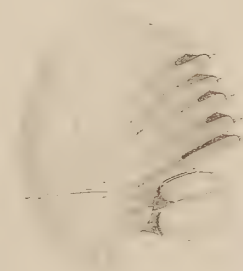
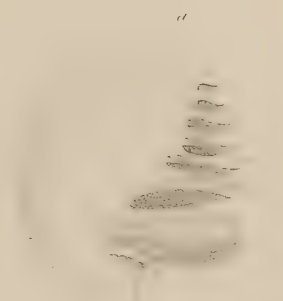



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.

Sulle Chinzigiti della Calabria.

Memoria del dott. DOMENICO LOVISATO

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia

nella seduta del 6 aprile 1879.

Lo studio dei minerali, che compongono le roccie di una determinata regione, e l'esame dei loro giacimenti, hanno somma importanza non solo pei rapporti, che si possono istituire colle masse pietrose delle contrade, che, sebbene lontanissime, contengono minerali analoghi, ma ancora per l'utilità che se ne può ricavare nelle pratiche applicazioni. Non di rado è avvenuto che mercè queste relazioni si modificarono idee erronee sulla composizione delle roccie stesse.

Chi, dopo aver visitato e studiato le nostre Alpi settentrionali, viene quaggiù, resta colpito dalla perfetta analogia, che, malgrado la immensa lontananza, hanno le roccie di questo estremo lembo d'Italia continentale con quelle delle nevose Alpi.

Il potente metamorfismo, che s'appalesa lassù e che tanto operò su quelle formazioni geologiche settentrionali, si manifesta nello stesso grado nelle roccie di Calabria, ne attesta la remotissima epoca di loro formazione ed il sincronismo con quelle.

Alla granulite ed al gneis, che formano il nucleo centrale della Sila, dobbiamo qui il sollevamento di tutte le altre roccie. Dai pochi studî, che ho potuto fare nelle Alpi lombarde, e che per me furono i primi in materia geologica, mi sembra di poter venire ad un'analoga conclusione. Aggiungasi che anche qui come lassù abbiamo uniformità e monotonia nelle roccie gneissiche sollevanti, ed immensa varietà nelle roccie sollevate e nei minerali contenuti, particolarmente nella zona delle così dette *pietre-verdi*.

Si abbia riguardo a queste od alle roccie cristalline in generale, noi dobbiamo perciò vedere una serie non interrotta delle primitive masse pietrose calabresi con quelle delle Alpi, attraverso l'Apennino, e con quelle della Corsica e della Sardegna sotto tanto mare.

Dobbiamo lamentare che la maggior parte dei geologi nei loro lavori, che pure portano l'impronta della massima importanza e serietà, abbiano fatto sempre risaltare solo la parte paleontologica, trascurando assolutamente o considerando affatto come accessoria la mineralogica. Si perdoni questo rimprovero a me, che sono convinto come soltanto per mezzo dell'esame dei minerali, componenti delle roccie, e del modo con cui gli uni sono associati agli altri, si potrà venire a quella qualunque ipotesi sulla vera genesi delle roccie stesse, sulle epoche di loro formazione, regalare alla scienza una classificazione cronologica dei terreni cristallini e scoprire netti i caratteri

dell'orografia di un paese. Oggigiorno non si può studiare mineralogia e venire a qualche cosa di concludente senza l'esame microscopico dei minerali; nè si può eseguire un completo lavoro geologico, disgiungendo la microgeologia dalla micromineralogia.

Pur troppo abbiamo a deplorare altre lacune: mancano le analisi e manca un laboratorio chimico generale, al quale gli studiosi di mineralogia e di geologia possano mandare i loro ritrovati per risolvere loro dubbiezze. È questa una lacuna, che dovrebbe colmare chi è in alto, se non si vuole che gli stranieri sieno sempre i soli ad illustrare le nostre ricchezze scientifiche.

In Calabria se numerosissime sono le roccie ed infinite le varietà, che esse presentano, non meno svariata è la serie dei minerali che le compongono.

A voler descrivere tutti i giacimenti non basterebbero poche pagine e mi sarebbero necessarie molte nuove ed accurate ricerche. Ma molte delle località, dove si trovano questi giacimenti, sono lontanissime o di molto difficile accesso. Lontane da vie di comunicazione, che per molti luoghi mancano assolutamente assieme al più necessario.

D'altra parte essendo già in corso di pubblicazione i miei cenni geologici sulla Calabria settentrionale, da me visitata quasi telegraficamente, nei quali per quanto mi permetteranno le mie deboli forze cercherò di mai disgiungere la parte mineralogica dalla geologica e non volendo rischiare di perdere il povero frutto delle mie penose escursioni, come forse mi esposi per altro argomento, mi limito a presentare brevissimi cenni su qualche giacimento che mi sembrò di maggiore interesse, perchè poco conosciuto o nuovo, aggiungendo un catalogo alfabetico dei più importanti minerali raccolti e delle loro località. Nutro fiducia, che, facendo opera grata ai mineralisti col pubblicare per ora brevi notizie sui giacimenti delle roccie a granati che tanto sviluppo hanno in Calabria, e coll'aggiungere quell'elenco delle principali sostanze minerali da me raccolte, avrò additato la strada ai cultori di questi studî di fare un completo catalogo ragionato delle roccie e dei minerali delle contrade calabre.

Il granato, estesissimo nelle roccie di Calabria, si presenta in cristalli colle forme del rombododecaedro o con quelle del trapezoedro, modificato alle volte dal rombododecaedro.

È curioso e degno di nota, perchè generale, il fenomeno che presentano le roccie granitoidi delle parti settentrionali, orientali e centrali del colosso silano di non contenere cristalli di granato o per lo meno di non presentarne quella quantità considerevole, che ci viene offerta dalle stesse roccie sulle pendici occidentali e meridionali della Sila. Il calcare stesso, tanto esteso nelle montagne calabresi non ci offre i magnifici esemplari di granato dei calcari di Catanzaro, di Tiriolo e del casino del Principe, pur posti sulle falde meridionali ed occidentali del grande colosso. Rimarchevole è ancora il fatto che queste roccie, che alle volte sembrano composte quasi esclusivamente di granati, si presentano tutte sui limiti dei depositi terziari: infatti tutte le troviamo sulle sponde dell'istmo terziario e nella valle del Crati. Sembra quasi che gli agenti più antichi, ai quali le roccie granitoidi devono loro provenienza, abbiano atteso la cooperazione degli agenti più recenti per produrre

queste particolarità, e perciò di avere noi quasi il diritto di ascrivere agli antichissimi terreni cristallini il gneis ed il granito centrale, ed ai terreni cristallini più recenti tutte le altre roccie granitoidi sollevate dalle prime e quindi quelle includenti granati.

Fra le roccie più ricche di granati una avvene in Calabria di superba, e meritevole di studio. Essa è composta di oligoclasio, di granato e di mica: quindi in questa roccia per un gneis od un granito mancano l'ortoclasio ed il quarzo, essendo le particelle bianche, che formano il contorno dei granati facilmente fusibili e coi caratteri dell'oligoclasio. A questa roccia ricca di granati in trapezoedri, alle volte regolarissimi di 14 e più millimetri di diametro, l'illustre professor Fischer fino dal 1861 ([1]) impose il nome di *Chinzigite* dalla valle *Kinzig* nel granducato di Baden, dove egli per la prima volta la trovò. Questo nome accolto dal prof. Zirkel nella sua petrografia e da altri, quantunque nuovo nella mineralogia italiana, credo possa essere accolto senza ingenerare confusione, componendosi la roccia destinata a portare questo nome di oligoclasio, di granato e di mica.

Essa possiede grande sviluppo in Calabria, specialmente nella Citeriore, ove sopra il gneis centrale comparisce in potentissimi strati, alternanti alle volte colle dioriti e colle roccie affini, accennando talora un possibile passaggio al gneis ed anco al micaschisto coll'assumere la roccia particelle di quarzo. In alcune varietà predominano le parti oscure costituite dalla mica, in altre le parti lucenti come il feldispato triclino ed il granato; abbiamo quindi una roccia *oscura* o *lucida*, ma nello stesso tempo una roccia *schistosa*, se ha predominio la mica, o poco *schistosa*, se vi predominano gli altri elementi. Alle volte gli elementi sono in perfetta armonia e danno alla roccia un altro aspetto. Ma non per questo avremo la facoltà di stabilire roccie differenti, ma solo varietà della medesima specie. La chinzigite di Catanzaro, la bellissima del Mucone e quella di Monteleone si rassomigliano così poco che nessuno potrebbe presentire che queste roccie abbiano una così forte correlazione da formare un'unica specie assieme a tutte le altre varietà faneromere e criptomere che presenta la Calabria.

Il granato della chinzigite che si trova nella zona da s. Demetrio Corone a s. Sofia d'Epiro nel Cosentino presenta le stesse forme cristalline ed i cristalli così regolari come quella di Catanzaro. La forma dei cristalli è costantemente il trapezoedro, alla quale si aggiungono qualche volta le faccie lucenti e specolari del rombododecaedro: i cristalli sono tanto più perfetti quanto sono più piccoli e sono facilmente isolabili. Alcuni presentano il bel color rosso del rubino, che farebbe pensare al piropo, il così detto granato di Boemia: ma la prova al cannello per mezzo del cromo e del manganese dimostrò non solo che il nostro granato non è un piropo, ma neppure una spessartina, cioè il granato manganesifero. Osservando il colore della polvere resta il dubbio fra l'almandino (granato nobile) e l'allocroite. Ma questi granati della chinzigite di Catanzaro sono in un certo stato di decomposizione, fatto che si può osservare guardando la loro polvere colla lente, che non permette di decidere fra l'una e l'altra specie. È noto che l'allocroite è più spesso

([1]) Leonhard Jahrbuch, 1861 pag. 641-654.

rosso-bruno e meno pellucido dell'almandino, il quale ordinariamente è trasparente, d'un rosso ciliegia, d'un rosso azzurrognolo, ma anche di un giallo brunastro. Un risultato definitivo, se questo granato si debba chiamare almandino od allocroite non potremo ottenere, se non per mezzo di un'analisi quantitativa, previo uno studio microscopico di questo granato, per vedere se contiene magnetite, come si osserva in altri granati, e che toglierebbe ogni importanza alla nostra analisi. All'almandino dobbiamo riferire i piccoli granati, contenuti dall'altra varietà più oscura che si trova un po' più avanti della precedente all'ultimo gomito che fa la strada per scendere alla Fiumarella fra strati di roccie dioritiche e granitoidi in generale, mentre l'altra sopporta diorite, granito porfiroide, calcare, altre dioriti attraversate da vene granitiche ed alternanti coi calcari, i quali alla loro volta s'avvicendano con schisti argillosi micacei, talvolta visibilmente cristallini e colla tendenza agli euritici.

La seconda varietà di chinzigite ricordata troverebbe le sue corrispondenti nelle varietà e modificazioni di chinzigite che s'incontrano dal Mucone a Luzzi ed oltre procedendo da s. Pietro in Guarano a Celico, a Spezzano Grande e più oltre da Pedace a Serra Pedace verso Aprigliano sulla sponda sinistra del Cardone, nonchè in quelle della catena littorale alla Serra della Contessa, da qui a s. Angelo e da s. Angelo a Cetraro e sotto Amato nel gruppo del Reventino con un piccolo lembo che passa anche sulla sinistra del Lamato e che s'appoggia alla base del monte di Tiriolo.

Si presenta in dossi arrotondati e molto estesi da s. Demetrio Corone a s. Sofia d'Epiro, ma in tale stato di degradazione, che poco o nulla si può decidere sui suoi granati. Minutissimo, ma superbo è l'almandino che si trova nella roccia, che delimita colla chinzigite in isfacelo nominata, e sebbene contenga un po' di quarzo, crediamo di annoverarla fra le modificazioni criptomere di chinzigiti. Contiene questa superba roccia piccole particelle metalliche, che al microscopio hanno tutta l'apparenza di magnetite, con sfumature verdi, attribuibili probabilmente all'epidoto.

La chinzigite però che supera in bellezza ed in magnificenza tutte le altre comprese anche quelle di Spagna, di Germania e di Scozia, è quella che sotto Acri su pel Mucone prende il suo sviluppo verso la Sila sopra i graniti di quelle località. Il superbo feldispato oligoclasio per lo più bianco, talvolta verdastro, assai più raramente rossastro, mostra stupendamente le caratteristiche striature, dimostranti le geminazioni. Queste rigature parallele, finissime come fossero fatte da minuto bulino, compariscono magnificamente sui piani di più perfetta sfaldatura: sono tali queste striature che non si può confondere questa specie di feldispato triclino col feldispato monoclino, come sarebbe l'ortoclasio, col quale solo raramente qua e là sembra associato in alcune varietà di chinzigiti precisamente del Mucone, come avviene pel granito, detto Rappakiwi, della Finlandia. Infatti qualche particella bianca non mi manifestò le strie di geminazione molto nette o non me le manifestò affatto: inoltre sembra che talune varietà del Mucone contengano alquanto quarzo. Il solo esame microscopico delle piastre polite potrà portare ad una diagnosi sicura di questa importantissima roccia.

Magnifiche sono pure le chinzigiti di Serra Pedace con grossissimi granati, che non manifestano una decisa forma cristallina, analogamente a quanto si può

osservare sotto s. Caterina Albanese nella catena littorale. Dai resti della roccia in decomposizione che si possono osservare nel burrone sottostante si può forse arguire che la chinzigite di s. Caterina Albanese è sopportata da un granito granatifero, sopportando essa alla sua volta degli schisti.

Stupende sono pure le chinzigiti che formano la sponda sinistra del Cardone fra Maglie e s. Ippolito, racchiudenti pinite in particelle verdi non cristallizzate. Esse prendono più grande estensione, formando più oltre pressochè intieramente le due sponde del Fiumicello, confluente dal Cardone. Per l'infiltrazione delle acque sono le prime in un perfetto stato di degradazione ed a differenza di tutte le altre chinzigiti osservate finora mostrano grossi interclusi di oligoclasio, decomposto in un minerale quasi infusibile, che diviene azzurro con soluzione di cobalto, quindi alluminifero o caolinico. L'almandino non presenta qui che poche faccie dell'icositetraedro trapezoidale.

Non inferiore alle chinzigiti finora passate in rivista è quella durissima e tenacissima del Monteleonese, dove questa roccia occupa una immensa estensione, spiegandosi da Palermiti a Monteleone e Pizzo e formando il nucleo di quei monti. Le borgate della valle dell'Angitola, assieme a Monteleone stesso hanno le basi su questa chinzigite, che sulle faccie di sfaldatura del feldispato triclino presenta una lucentezza madreperlacea non tanto viva, con notevolissime traccie di decomposizione: l'oligoclasio diviene allora giallognolo, fatto che non possiamo spiegare, se non col mezzo della sovrossidazione del ferro che contiene. L'almandino d'un bel rosso ciliegia si divide in lamine e raramente mostra la forma completa del trapezoedro: all'incontro è più ricca delle altre di granati. Mosche di grafite e talora straterelli della stessa sostanza si trovano compresi in questa roccia, che manifesterebbe perciò la sua origine paleozoica, forse del carbonifero od anteriore.

I blocchi di chinzigite, che si trovano di dimensioni anche colossali sotto le sabbie conglomerate di Catanzaro e che costituiscono un membro del miocene medio, provengono dal Monteleonese.

Completo la presente Nota, facendo seguire i brevi cenni esposti dal catalogo dei principali minerali da me raccolti colle indicazioni delle località in cui furono trovati.

1. *Albite*: nella pegmatite presso Corbizzano sotto Tiriolo; nel superbo granito fra Soveria Mannelli ed il Reventino, che si stende ancora verso La Motta s. Lucia. Questo granito ricchissimo di plagioclasio, cioè di feldispato triclino, somministrò il materiale pel monumento a Garibaldi a Soveria Mannelli. L'albite si trova ancora nel granito delle sponde del Mucone sotto Acri; fra il gneis da Celico a s. Pietro in Guarano dove con quarzo e pochissima mica forma una stupenda pegmatite.

2. *Amfibolo*: in grossi cristalli nelle dioriti quarzifere e porfiriche delle Fiumarelle di Catanzaro (orniblenda), dove l'asse maggiore raggiunge alle volte la lunghezza di 20 mm.; di simili ne contengono le dioriti quarzifere e porfiriche della base del Monte di Tiriolo, quelle a Nord di Gimigliano Soprano, quelle della base di Martirano, quelle del Monte Chiane fra Ajello e s. Pietro d'Amantea, quelle da Corigliano Calabro a Longobucco e le porfiriche di Longobucco, che s'incontrano anche nella contrada Calcarella sopra Taverna; cristalli più rari nelle dioriti micacee da

Catanzaro a Pentone nello spartiacque fra il Corace e l'Alli; bei cristallini geminati si trovano nelle dioriti di Cotronei ed in quelle dell'alto Tacina, sulla sua sponda sinistra sotto la località Ciccerata; in grande quantità nelle dioriti micacee del M. Nero, punto più elevato della Sila; nelle masse granitiche di Rossano e di Corigliano. Amfibolo cristallinico superbo di color verde e nero si trova in masse coi serpentini e colle *pietre-verdi* sotto il dosso Mundo e nella località Bellezza presso s. Demetrio Corone, sopra e sotto il collegio, nonchè in parecchi punti della catena littorale da Marano Principato a Cetraro, e particolarmente colle masse serpentinose verso Serra della Contessa sopra Cetraro ed in taluni punti dell'avvallamento, nel quale sta s. Angelo, non lungi da Cetraro. Sotto s. Demetrio Corone e nella località Covella ad un quarto d'ora da Spezzano Albanese, sponda sinistra del Crati, forma vere amfiboliti, che sono però in uno stato d'inoltrata degradazione. Amfibolo in piccoli cristalli o disseminato nel gneis dioritico sopra Acri e nelle dioriti che s'incontrano più avanti per andare alla Sila e sulle sponde del Mucone; sulle sponde del Cardone sotto Maglie nelle dioriti in decomposizione e nelle masse dioritiche che alternano coi gneis all'origine del Crati e nei gruppi di elevazioni procedendo da Macchia Sacra verso oriente; sparso negli schisti amfibolici delle sponde del fiume Oliva per andare ad Ajello ed in quelli degli scogli di Guardiella presso Diamante. Amfibolo bellissimo si trova sotto la massa di calcare giurese di Belvedere Marittimo e nelle dioriti a Nord di Guardia Piemontese; fra Paola e s. Fili ed in tutta la zona littorale che dai monti di Marano Marchesato va fino presso M. Cocuzzo. Amfibolo convertito in clorite contengono le roccie granitoidi di Cropani, che fanno capolino ancora in alcuni punti di Belcastro.

3. *Amianto*: fra le formazioni serpentinose e specialmente nel serpentinoschisto della Cona delle Timpe a N.E. di Gimigliano; nella massa serpentinosa del Reventino in particolar modo verso Conflenti e Decollatura. Il minerale però è così povero e le fibre così corte, che non può passare in commercio questo amianto per quelle utili applicazioni e per quelle industrie, per le quali ha servito finora quello di Valtellina, dove ogni anno in media vengono estratti dai 700 agli 800 quintali, dei quali il 35 $^0/_0$ parte per la Scozia ed il resto va a Roma per fare carta, cartone e tela. La minima lunghezza richiesta per le fibre, perchè l'amianto possa passare in commercio, è di 35 centimetri e quello di Calabria si trova molto al di sotto. Le altre formazioni serpentinose calabresi ne mancano quasi assolutamente.

4. *Analcime*: in cristalli formanti druse nella formazione dioritica, che dalla Serra di s. Bruno discende all'Angitola nel Monteleonese, a somiglianza di quello che si trovò finora soltanto nelle dioriti sulle sponde del lago Superiore nell'America settentrionale, specialmente a Kewenaw-Point.

5. *Antracite*: negli schisti antracitiferi e filladici, numerosi in Calabria, sopra altri schisti cristallini o direttamente sopra i gneis, non mai in giacimenti, che qui vengono confusi coi depositi di lignite. Abbondano gli schisti-antracitiferi sotto Rose, sulla sponda sinistra del torrente, che scende da valle Cersita.

6. *Arseniopirite*: in un banco quasi verticale della potenza di circa 50 centimetri nelle euriti della massa granitica sotto l'ospitale di Catanzaro, sponda destra della Fiumarella di s. Agostino.

7. *Asbesto*: nelle formazioni serpentinose di Gimigliano e del Reventino.

8. *Augite*: nelle dioriti quarzifere e porfiriche di Catanzaro e delle altre località ricordate (vedi Amfibolo), coi prismi caratteristici ad 8 faccie, limitati dal prisma obliquo. Si trova in particelle verdi nello schisto argilloso o variolitico di color verde-rossastro o rosso-verdastro in tutta la catena littorale dai monti di Lattaraco e di Guardia Piemontese in avanti, e che fa pensare ad un melafiro. Si trova cogli stessi schisti ancora prima fra s. Vincenzo La Costa e s. Fili e nei burroni verso il Lamato sotto il monte di Tiriolo.

9. *Azzurrite*: disseminata anche in piccoli nidi nella pasta porfirica della Fiumarella di Catanzaro, che comprende la baritina, e nella massa porfirica impastata col calcare al *Sasso di molti colori* presso Longobucco.

10. *Baritina*: compatta e lamellare nella massa delle dioriti porfiriche e nei graniti della Fiumarella di Catanzaro.

11. *Blenda*: nella baritina della Fiumarella di Catanzaro ed in rare lamelle nella calcite assieme agli spinelli azzurri nel calcare granuloso di Tiriolo.

12. *Calcite*: in cristalli scalenoedri nel calcare primitivo di Catanzaro, nel piccolo lembo calcare cretaceo dell'Abate per andare a Pontegrande, nel calcare della stessa epoca del monte Pargolacci tra Crichi e Sellia, di Galamione, del monte di Tiriolo, di Martirano, del monte Grassullo sopra Amantea e del monte Chiane fra Ajello e s. Pietro d'Amantea; rossigna ed azzurrognola in laminette nel calcare del monte di Tiriolo e bellissima di color cilestrino nel calcare della comba; candida in grosse vene nella dolomite bituminosa quarzifera del giurese del M. Cocuzzo ed in quella dei due isolotti di Isca fuori d'Amantea; pure in belle vene nel lembo giurese di Mongrassano, in tutto il calcare apenninico della provincia di Cosenza, non escluse le masse di Spezzano Albanese, di Terranova di Sibari e della Calatrella per salire a s. Demetrio Corone; in masse nel calcare primitivo impuro distribuito ora in grosse ora in piccole lenti sopra le roccie granitoidi presso Petronà, sotto e sopra Zagarise, sopra Magisano ed Albi, a Gimigliano, a Miglierina, sopra Feroleto, nei calcari tutto attorno il Reventino, nell'alto Savuto, sopra Mangone, a monte di Figline, fra i rioni Pedrone e Vico ad Aprigliano, ad Est di Pietrafitta, sulle sponde del Cardone sotto Pedace, sulla strada da Pedace a Spezzano, da Spezzano Piccolo a Spezzano Grande, sulla destra dell'Arente, presso Rose nel letto del torrente Fontanelle, fra Rose e Luzzi, a Nord di Luzzi al Casino del Principe dove si presenta la più superba calcite rossa; azzurrognola lungo la catena littorale sopra Marano Marchesato, s. Fili e Montalto Uffugo dalla parte del Crati e sopra s. Lucido ed a Nord di Falconara dalla parte del Tirreno. Il calcare marnoso picchiettato, miocenico, che sta sopra le sabbie a clipeastri di Belcastro, è ricco di vene e di druse di calcite. In vene la si trova attraversare il calcare pure miocenico a selce piromaca lungo la strada che da Strongoli va a Verzino, passando fra Casabona e s. Nicola dell'Alto e sotto Zinga, e nella zona che si stende fra la Fiumarella ed il Trionto in faccia a Cropalati, nonchè in tutte le superbe oficalciti delle zone serpentinose.

13. *Calcopirite*: in piccole mosche nella pasta porfirica con baritina della Fiumarella di Catanzaro, nel calcare del Casino del Principe sulla destra sponda del Crati e sinistra del Mucone, nelle chinzigiti pure del Mucone; nel calcare giurese

della contrada Caro sulle sponde del s. Elia fra Tortora e Lajno Borgo e qualche traccia nel calcare primitivo della comba di Tiriolo, dove comincia la vallecola dell'Azzara.

14. *Caolino*: negli schisti cristallini argillosi micacei di Catanzaro ed in alcune masse feldispatiche quarzose delle roccie granitoidi della Sila e del Reventino abbiamo un principio di caolinizzazione. Aggiungiamo qui diverse specie di *argille* cioè:

Argilla rosso-gialla fra il giurese di Mormanno; un po' fusibile e gialla in straterelli fra il giurese da Mormanno a Castelluccio; gialla, rossa e grigiastra in istraterelli colla dolomite bituminosa quarzifera del M. Cocuzzo, è fusibile.

Argilla schistosa, di color verde, cinereo e rossigno negli straterelli calcari giuresi di Spezzano Albanese, di Terranova di Sibari, delle sponde del Crati sotto Terranova, specialmente della destra, nonchè sotto Malvito ed in altri punti della catena littorale.

Argilla schistosa, di color giallo verdognolo si trova pure in istraterelli, che separano il giurese dal nummolitico presso l'isola di Dino da Scalea alla marina di Praja.

Ricorderò qui ancora fra le argille compatte durissime la *Lavagna*, che si trova a Serra d'Orso presso Conflenti nel gruppo del Reventino, ma migliore sulla sinistra del Gronda al dosso Fiumicello fra Acquaformosa e s. Donato di Ninèa.

15. *Cinabro*: in grani arrotondati o sparso nelle quarziti sotto il calcare da Acquaformosa a s. Donato di Ninèa e s. Agata d'Esaro. Nella prima metà del secolo passato sono celebrati questi luoghi per le loro cave di cinabro, ma io con grande difficoltà ho potuto trovare qualche traccia di questo giacimento. Dicesi ancora che in quel tempo fossero coltivati e fusi minerali di rame.

16. *Clorite*: in tutte le masse dei cloriteschisti, che ricoprono le oficalciti nelle formazioni serpentinose di Gimigliano e del Reventino; negli schisti cloritici degli scogli di Corica presso Amantea ed in piccole particelle dentro a tenuissimi straterelli di marna dolomitica fra gli stessi cloriteschisti; negli schisti cloritici ad occidente di Longobucco, in quelli di s. Angelo presso Cetraro e sopra Grimaldi. Nelle roccie granitoidi di Cropani e nei lievi affioramenti di Belcastro si trova una clorite derivata forse da un amfibolo, che prima facea di quella roccia una diorite. Da decomposizione d'amfibolo sembra essere derivata qualche traccia di clorite nelle dioriti micacee da Catanzaro a Pentone nello spartiacque fra il Corace e l'Alli. Granelli bruni di clorite mostrerebbero nella massa fondamentale le dioriti quarzifere e porfiriche di Catanzaro secondo le osservazioni microscopiche di vom Rath; in massa cloritiforme mostrano una metamorfosi nelle stesse roccie i cristalli di mica, di orniblenda e di augite. In istato amorfo quasi pulverulento col quarzo si trova una specie di clorite, che molto rassomiglia alla *ripidolite* nella massa schistosa sotto il calcare di s. Donato di Ninèa e della Mula; compenetra ancora alcuni cristallini di quarzo jalino e ne riveste altri come di patina pulverulenta negli schisti da Falerna a Gizzeria.

17. *Crisotilo*: nelle formazioni serpentinose di Gimigliano, di Conflenti e di s. Demetrio Corone.

18. *Diallaggio*: in laminette nel serpentino di Gimigliano e del vallone Ventrieri sotto Cicala, ma più ancora in quello del Reventino, degli scogli di Corica e specialmente di Lago. Ricchissime sono le masse serpentinose di s. Demetrio Corone e quelle da Cetraro alla Serra della Contessa, dove troviamo il diallaggio formare superbe eufotidi, che si trovano ancora nella stessa catena littorale sopra Belvedere Marittimo ed in una serie di roccie eufotiche da s. Fili a Paola e nella distesa fra s. Fili e Cerisano alternate colle roccie gneissiche, nel gruppo della Sila da s. Demetrio Corone a s. Sofia d'Epiro ed a grana minutissima sulle sponde del Mucone. Però le diagnosi per queste roccie, che chiamo eufotiche, non sono che approssimative, non ho potuto nella ristrettezza del tempo fare o far fare delle sezioni per l'osservazione microscopica, non somministrandomi la densità una diagnosi abbastanza sicura per decidere se la roccia esaminata era una diorite od una eufotide; le particelle oscure sono nella maggior parte di queste roccie così minute che difficilmente si possono distinguere dalle condizioni delle sfaldature, se sieno amfibolo o diallaggio, ed ancora se le particelle lucide sieno labradorite o feldispato semplice. In uno dei burroni sulla destra dell'Arom ad oriente del Monte s. Angelo troviamo sopra superbe chinzigiti una quantità di diallaggio formante una roccia rigenerata, cementato e come rimpastato da vene calcari, che formano una specie di reticolati.

19. *Diaspro:* rosso nella massa di calcare apenninico sopra s. Sosti ed Aquaformosa.

20. *Distene?*: in nitidi cristalli prismatici cilestrini, trasparenti, a lucentezza madreperlacea e vitrea in una roccia di Tiriolo, che presenterebbe qualche analogia colla così detta *Omfacite* carinziana, nome che certamente non possiamo conservare per questa roccia, essendo l'Omfacite un minerale pirossenico e non una roccia.

21. *Epidoto*: disseminato in una diorite sottostante al calcare primitivo della comba fra la postale per Catanzaro ed il monte di Tiriolo; in fascetti fibroso-raggiati, in forma di coni, in piccole druse tondeggianti ed in cristalli aciculari molto allungati nel calcare metamorfosato della stessa comba ma difficilmente conservabili per la loro friabilità; assieme alla mica nera in filoncelli sopra il calcare di Miglierina; insieme al quarzo forma un bellissimo miscuglio nei gneis fra Luzzi ed Acri e nella zona fra s. Sofia d'Epiro e s. Demetrio Corone in una varietà criptomera di chinzigite; cristallizzato col quarzo negli schisti che rompono la massa calcare giurese da Scalea a s. Domenica e disseminato in molte roccie granitoidi nei piani di rottura.

22. *Fluorite*: nei burroni di Longobucco talvolta come ganga della Galena.

23. *Galena*: in piccole mosche od in noduli formati da lamelle nella baritina fra le dioriti porfiriche ed i graniti della Fiumarella di Catanzaro. Nel calcare ed in massa schistosa subordinati ai gneis ed ai graniti si lavorarono ancora al principio di questo secolo filoni di galena argentifera a Longobucco; qualche filone si trova in ganga di fluorite in quei burroni tutti in isfacelo. Gli scavi si praticarono in quei burroni quasi inaccessibili, che stanno per la maggior parte sulla destra del Trionto ad Est e S. E. di Longobucco, ma principalmente nelle contrade Riginella, Cerzito, Acqua di Radica, Vallone di Angelo Amato, Vallone della Galanza [1], Carratò,

[1] *Galanza* è il nome che i naturali danno alla Galena.

Salamone, s. Angelo ed Argenteria andando verso Corigliano. Raccontano i naturali che a Riginella si ottennero i più ricchi risultati, e che ad Acqua della Radica negli anni 1828-29-30-31-32 si scavarono dagli inglesi 1800 cantari di piombo.

24. *Gesso*: a Squillace ed a Ciriaco dopo il ponte del Calderaro (versante meridionale dell' istmo terziario); a Settingiano, a Marcellinara, ad Amato, a Capo Suvero, a Castiglione Marittimo, a Torre Lupo, a s. Procopio presso Amantea sulla sinistra del Colonci, ad Aquappesa ([1]), a Cetraro, a Belvedere Marittimo e nelle sue montagne (bituminoso), a Cassano al Jonio, a Lungro presso le saline e specialmente sulle sponde del Galatro; sotto s. Lauro e Joggi fra s. Marco Argentaro e Malvito, a Lattaraco, da Lattaraco a Montalto Uffugo, sulle sponde del Grimoli fra Marano Marchesato e Marano Principato; da Rossano a Cropalati; nella zona fra il Trionto e la Fiumarella; da Pietra Paola a Cariati; nelle vicinanze di Verzino e Pallagorio, presso Strongoli a s. Domenica ed in tutti i mammelloni da s. Nicola dell'Alto al burrone della Prateria, nel burrone dello Steccato ([2]) sotto Casabona, alla base dell'antica Cerenzia; fra Attilia e Belvedere di Spinello sulla sinistra del Lese e sotto Zinga; nell'altipiano sotto Cotronei, alla stazione di Rocca Bernarda; a Petilia Policastro; da Marcedusa a Belcastro e nelle argille sotto Soveria Simeri.

Si presenta l'*Alabastro gessoso* in molti dei giacimenti gessiferi ricordati, ma specialmente a Squillace, nel burrone dello Steccato sotto Casabona, a Lattaraco ecc.

La *Sericolite* o *gesso fibroso*: sotto Squillace sulla sponda destra del Pellena nella località detta M. Majo alle falde del M. Moscio e sulla sinistra alla così detta « Testa di Gironda », appena passata la torre degli Aranci, e sulla sponda sinistra del ramo orientale del Pellena a Gezeni nella località Manchi ([3]); a Petilia Policastro, a Cotronei, nelle argille fra s. Marco Argentaro e Malvito e nelle marne bianche di Catanzaro.

Selenite: in piccoli cristalli nella Sericolite di Squillace, ma anche in grosse lamine in quelle formazioni gessose; in superbi cristalli isolati, presentanti la forma abituale, chiamata dall'Haüy col nome di *Trapeziana*, negli schisti carboniferi sotto il cretaceo di Martirano; a s. Procopio presso Amantea; sulle sponde del Grimoli fra Marano Marchesato e Marano Principato.

In cristalli a *ferro di lancia*: a Squillace, a Settingiano, a Marcellinara, a Capo Suvero, nelle marne fra il castello e la borgata di Belvedere Marittimo; sulle sponde del Galatro ad occidente della miniera salifera di Lungro e negli schisti carboniferi sotto Martirano.

In *rose*: nella parte alta della strada che dalla stazione conduce a Squillace; nelle argille di Belvedere Marittimo ed in quelle fra s. Lauro e Malvito, nonchè nel calcare giurese carbonioso fra Sarracena e Lungro, proprio alla discesa della prima borgata.

([1]) *Aquappesa* (Casaletto) è fabbricata sopra una massa di gesso impastata col calcare giurese bigio e si stende poi fino a Cetraro, formando anche colà la base di una parte di quella borgata.

([2]) La così detta *Grotta dello Steccato* è tutta scavata nel gesso e la galleria misura 100 e più metri.

([3]) Quivi è conosciuta la sericolite col nome di *Sal di Magara*.

Argille bituminose gessifere si trovano fra Montalto Uffugo e Lattaraco nella valle del Crati.

25. *Grafite*: in alcuni schisti carboniferi solo traccie, ma abbastanza estesa da Olivadi dalla parte del Jonio a Monterosso dal lato Tirreno, per quanto mi sembrò, alla dipendenza delle superbe chinzigiti che formano il nucleo delle prime Serre. Si trova quindi dalle alture di Palermiti e di Cortale oltre Maida e Filadelfia. Fu lavorata anche in questo secolo.

26. *Granato*: nel calcare metamorfosato di Catanzaro in numerose geodi, ma anche in cristalli rossastri, fra i quali predomina il rombododecaedro (110); si trova in piccoli trapezoedri (211) colle modificazioni talvolta del rombododecaedro (211) (110) di color giallo chiaro, alle volte bianchiccio, ma anche rossastro nel calcare granuloso o saccaroide della comba calcare fra la postale per Catanzaro ed il monte di Tiriolo. In tutte le chinzigiti, che tanto abbondano in Calabria da Catanzaro a s. Demetrio Corone (vedi *Oligoclasio*). Il granato è per lo più l'*almandino*, forse talvolta l'*allocroite*, in trapezoedri, talvolta colle modificazioni del rombododecaedro. Il granato, benchè più raro, si trova anche nella massa calcare del Casino del Principe sulla sponda sinistra del Mucone sulla destra del Crati. Costituisce questa massa come una grossa lente addossata alle formazioni schistose e presenta il massimo interesse dal lato mineralogico contenendo quel magnifico calcare assieme al granato bellissima calcite rossa, quarzo, feldispato, mica, amfibolo, pirite, ofite e grani gialli ancora non riconosciuti.

27. *Idocrasio*: nel calcare metamorfosato di Catanzaro in bei cristalli giallo rossastri o rosso bruni della grossezza di 4 centimetri, pur in numerose geodi nella massa che diviene allora pulverulenta. Abbondantissimo nella massa calcare granulosa o saccaroide di Tiriolo, nella quale oltre la pasta disseminata in grande quantità abbiamo ancora superbi cristalli, che presentano la combinazione (001) (111) (100) ossia la base, la piramide a sezione quadrata di 1° ordine ed il prisma a sezione quadrata di 2° ordine, nonchè (001) (111) (110) (100) (210) ossia cristalli che presentano la base, la piramide di 1° ordine, i prismi a sezione quadrata di 1° e di 2° ordine ed un prisma ottagono. Il colore predominante è il grigiastro, si trovano però anche il verde olivo o verde-olio.

28. *Labradorite*: nelle eufotidi della catena littorale, specialmente sopra Belvedere Marittimo e fra Cetraro e la Serra della Contessa in vicinanza di Pantano dei Monti; assieme all'amfibolo cristallinico della stessa località; forse in molte delle supposte dioriti, che potrebbero essere eufotidi di tutta la catena littorale ed in quelle della Sila sopra Acri all'origine del Mucone e fra s. Sofia d'Epiro e s. Demetrio Corone.

29. *Lignite*: sotto Squillace, nei burroni sotto Zagarise, alle falde occidentali del monte di Tiriolo; nella montagna denominata del Patire nell'alto Cino presso Corigliano; sotto s. Demetrio Corone; sotto s. Sosti e più oltre verso s. Agata d'Esaro, presso Belvedere Marittimo nella direzione di Diamante.

30. *Limonite* o *ferro ocraceo*: nella maggior parte delle roccie calabresi con ossidazioni od a colorire molti calcari; in molte roccie dalla decomposizione della pirite; negli schisti argillosi e nei micaschisti alla discesa da Serra della Contessa

e s. Angelo presso Cetraro, negli schisti ferruginosi di Riginella presso Longobucco e sulle sponde del torrente, che scende da valle Cersita sotto Rose fra gli schisti antracitiferi.

Ricorderemo qui il giacimento di limonite sotto il calcare di Pazzano che fu lavorata allo stabilimento metallurgico di Ferdinandea sotto Mongiana dando in media il 40 e 45 di ferro.

31. *Magnetite*: in una modificazione criptomera di chinzigite presso s. Sofia d'Epiro, e forse in alcuni calcari primitivi.

32. *Malachite*: semplici iniezioni e piccolissimi nidi nella pasta porfirica mescolata colla baritina della Fiumarella di Catanzaro, e nella contrada Riginella presso Longobucco.

33. *Maltacite*: di colore verde oscuro nel calcare da Vincolise a s. Pietro e lungo la strada che da Magisano mette ad Albi.

34. *Marcasite*: in grandi masse col calcare giurese e sotto di esso sulle sponde del torrentello « Acqua della Fonderia » confluente del Gronda, nel così detto *barco della Serrà* presso s. Donato di Ninèa; in cristalli numerosissimi nei micaschisti e schisti talcosi alla così detta *Cava del vetriolo* ed in tutti i vicini burroni presso s. Donato di Ninèa, e nelle stesse formazioni sulle sponde del torrente di Val Cersita sotto Rose.

35. *Marmo*. La maggior parte dei calcari della Calabria sarebbe suscettibile di perfetta levigatura, se non presentassero qualche scabrosità coi cristallini di pirite di ferro o di magnetite compresivi. Però superbi campioni saccaroidi bianchi vengono offerti dal calcare della Calcarella sopra Taverna, da quello sopra Mesuraca e Petronà, dal ricchissimo sedimento di s. Giorgio Albanese, Vaccarizzo e s. Cosmo; dal calcare della contrada Rovezzi sopra Luzzi, della catena littorale sopra Cerisano e Marano Principato, da quello presso La Motta s. Lucia nel gruppo del Reventino e presso Gimigliano, avvicinandosi quest'ultimo al ceroide; bianco venato e venato con varî colori ne offrono la breccia del cretaceo di Tiriolo e di tutti gli altri lembi coetanei, il calcare di Gimigliano, le infinite varietà di calcare intorno al gruppo del Reventino, che ci presentano vaghezza di tinte ed ogni sorta di marmi ornamentali. Persighino magnifico ci viene dato da Gimigliano, dove comincia alla così detta *Pietra di s. Martino* per stendersi poi verso il Melito, confluente del Corace; quasi analogo si trova sopra s. Lucido e sopra Montalto Uffugo nella catena littorale e sotto Falerna nel gruppo del Reventino. Cipollino abbastanza bello è dato dal calcare di Catanzaro e dai calceschisti di Gimigliano. La dolomite bituminosa della vetta del Cocuzzo e l'oolite della catena del M. Pollino ci offrono due superbe varietà di marmi oscuri con ondeggiamenti sfumati, con zone tortuose, con fascie irregolari brunastre il primo, pentecchiato il secondo. Ricorderemo pure qui le oficalciti, come quelle, che formate da una copiosa compenetrazione di calcare, ci danno colla pasta di serpentino infinite varietà di pietre suscettibili di magnifico polimento a Gimigliano ed al Reventino, presentando quelle formazioni ofiolitiche tipi pregievolissimi venati, macchiettati, sprizzati, variegati, ora col verde carico, ora col verde pallido, quando rossigno e quando rosso cupo, dovunque colle macchie bianche del calcare cristallino, sempre offrendo un complesso tale da far rassomigliare ad una vera breccia questi pezzi appartenenti alle formazioni ofiolitiche.

36. *Melanterite* o *solfato di ferro*: sulle sponde del torrentello « Acqua della Fonderia » presso s. Donato di Ninèa, che confluisce nel Gronda sulla sua sponda destra, tanto framezzo quanto sotto il giurese; sulle sponde del torrente che scende da valle Cersita sotto Rose fra gli schisti antracitiferi.

37. *Menaccanite?* (ferro titanato): con cristalli rassomiglianti in lucentezza a quelli dell'oligisto dell'Elba negli schisti argillosi o variolitici della catena littorale fra Fuscaldo e Guardia Piemontese.

38. *Mica argentina*: in piccole paglie in alcuni graniti, fra i quali ricorderemo il carnicino, che confina colla diorite porfirica della Fiumarella di Catanzaro, i rossi a Nord di Campana, nella vasta zona da Rossano a Longobucco e nel cuore della Sila; in paglie e lamelle nei micaschisti dei colli dei Comuni sopra Tiriolo, in quelli di Scigliano, di Aprigliano e di altri siti; in grosse e larghe foglie nella pegmatite di Corbizzano sotto Tiriolo, nelle masse granitoidi di s. Maria del Termine presso Pentone, nelle vene quarzose fra i gneis da Spezzano Grande a Celico ed a s. Pietro in Guarano; fra le roccie granitoidi nella distesa da s. Demetrio Corone a s. Sofia d'Epiro; fra i gneis ed i graniti nella discesa dal Cariglione a Petilia Policastro; fra i gneis di s. Fili, in quelli da s. Fili a Paola; fra le masse granitoidi sulla sponda destra del Cardone sotto Maglie; sotto Squillace, particolarmente a Paroncino ecc. Si trova la mica argentina ancora in alcuni calcari, come quello del Casino del Principe sopra Luzzi.

Mica nera e bruna per lo più in lamelle nella maggior parte dei graniti calabresi e delle chinzigiti, che contengono ancora quella di color brunazzo-nero e verdenerastro; nelle dioriti micacee dello spartiacque fra il Corace e l'Alli; associata all'epidoto nel calcare primitivo, che riempie il piccolo burrone sotto Miglierina; nel gneis dioritico accumulata in nidi abbastanza voluminosi da Bisignano ad Acri, nei gneis sopra di Acri, e nel gneis granitico di Stalletti e di Squillace. In prismi a sei lati talora di considerevole grandezza, larghi 10 mm. e lunghi 12 mm. nelle dioriti quarzifere e porfiriche delle Fiumarelle di Catanzaro, in quelle di Tiriolo, di Gimigliano, di Martirano, di M. Chiane sopra Ajello ed in quelle che si mostrano da Corigliano a Longobucco; nella stessa forma, sebbene più rara, nelle dioriti micacee dello spartiacque fra il Corace e l'Alli.

39. *Oligoclasio*: bianco, raramente verdastro, abbonda in tutte le chinzigiti, che prendono così vasta estensione in Calabria, a Catanzaro, ad Amato, lungo il Cardone, sotto Serra Pedace, a Luzzi, nella Sila lungo le sponde del Mucone, a s. Sofia d'Epiro, a s. Demetrio Corone, alla Serra della Contessa, a Pantano dei Monti e s. Angelo presso Cetraro, a s. Caterina Albanese; bianco, talvolta rossastro e verdastro nelle dioriti che pure nelle regioni calabre hanno tanto dominio, specialmente le micacee, fra le quali ricorderemo quelle di Catanzaro, di Tiriolo, di Pentone, di tutta la catena littorale, del Cardone, del Mucone, di Acri, di s. Sofia d'Epiro, di s. Demetrio Corone e delle altre regioni silane; in taluni graniti da s. Giovanni in Fiore a M. Nero. Oligoclasio associato a quarzo ed a clorite presentano le roccie granitoidi di Cropani, che qua e colà affiorano a Belcastro e sulla strada per Marcedusa.

40. *Opale* (Semiopale): in istraterelli da 4 a 7 centimetri di potenza fra il

tripoli alla base del miocene superiore di Catanzaro, comprende come quello squame di pesci.

Il *Tripoli* oltrechè alla base del miocene superiore di Catanzaro e dell'analogo che si trova all'Alli, si sviluppa ancora a Cropani, da Petilia Policastro a Cotronei, presso Rossano e nella valle del Crati sulle sponde del Campagnano ed a Serra d'Ajello sul versante Tirreno.

41. *Ortoclasio*: bianco nella maggior parte dei gneis, dei graniti e delle granuliti della Calabria; rosso in alcune delle dioriti porfiriche e quarzifere menzionate, e nei graniti di Longobucco, di Rossano, dell'alta vallata del fiume di Campana, delle sponde del Trionto. In bei cristalli bianchi, bianco-latteo o con leggera tinta grigiastra e giallognola nelle roccie granitiche di Mesuraca, nella più grande parte della zona, che si attraversa da s. Giovanni in Fiore al Cariglione, da questo a Petilia Policastro, nell'alta vallata del Tacina, in quella del Neto, dove le roccie granitoidi centrali assumono la struttura *ghiandona*. In bei cristalli rossi nelle roccie granitoidi da Rossano e Corigliano a Longobucco, all'origine del Trionto e del fiume di Campàna. Bellissimi cristalli isolabili bianco-giallastri nella granulite, che forma tutte le montagne di s. Giovanni in Fiore.

42. *Pinite*: in granuli verdi nelle chinzigiti della sponda sinistra del Cardone ed in qualcuna del Mucone.

43. *Pinitoide*?: disseminata in massa verde cupa col quarzo contenente cubi di pirite nelle vene di separazione fra gli schisti ed i calcari listati di Catanzaro, ed in una bellissima roccia sopra le chinzigiti pure di Catanzaro, contenente ancora oligoclasio e mica.

44. *Pirite*: si trova in cubi col quarzo e colla pinitoide (?) nella linea di separazione fra gli schisti ed i calcari listati di Catanzaro; negli schisti sotto Feroleto; nel cipollino schistoso del Zinnamo fra s. Biase e Gizzeria; nella dolomite bituminosa quarzifera del M. Cocuzzo; nel calcare delle Fontanelle sotto Rose; in piccoli pentagonododecaedri nel calcare bianchiccio, ceroide e listato di Gimigliano, sotto la Pietra di s. Martino e nell'altro che si continua al di là del Melito, sulla sua sponda sinistra; nel calcare di Vincolise, di s. Pietro e della Calcarella; nel saccaroide di s. Giorgio Albanese e Vaccarizzo; nel calcare granuloso di Tiriolo nella calcite cogli spinelli azzurri colle modificazioni del cubo; in masse a Longobucco nella regione della Galena e talora anche nel calcare del Casino del Principe sopra Luzzi; disseminata in alcune dioriti di Catanzaro, nella pasta porfirica colla baritina della Fiumarella di Catanzaro, nei serpentini del Reventino, nelle dioriti del Cardone sotto Maglie, nel calcare da Rose a Luzzi, nelle chinzigiti del Mucone, da Aprigliano a Macchia Sacra nella Sila occidentale in alcuni schisti argillosi quarziferi, durissimi, nello stadio forse di metamorfismo ad un porfido quarzifero; in alcuni calcari della catena littorale; nelle formazioni schistose di Pietra Lampada sulla destra del Colonci presso Amantea e nei quarzi dell'alto Oliva sopra Ajello.

45. *Pirolusite*: compatta fra gli schisti filladici con vene di quarzo sopra i gneis e sotto al calcare bigio giurese da Mormanno a Rotonda e compenetrato in parecchi calcari in forme dendritiche.

46. *Prehnite*: in gruppetti o particelle globiformi di color verde smeraldino nella massa porfirica con baritina della Fiumarella di Catanzaro.

47. *Quarzo*: in tutti i graniti, gneis e granuliti ed in alcune masse calcari impure, come quella del Casino del Principe sopra Luzzi, in quella di Spezzano Grande, di Spezzano Piccolo, in quella da Spezzano Piccolo a Pedace sopra Casole e nella maggior parte dei calcari primitivi della catena littorale; in grani arrotondati e senza colore o trasparenti con aspetto vitreo o grasso nelle dioriti quarzifere di Catanzaro, di Tiriolo, ecc.; nel porfido quarzifero della sponda sinistra dell'Alli e delle pendici silane di Zagarise e di Magisano; nella bellissima roccia contenente sillimanite all'origine del Fiumicello, che confluisce nel Cardone; nelle roccie granitoidi di Cropani; colla ripidolite (?) nelle masse schistose di s. Donato di Ninèa e della Mula; nelle pegmatiti di Corbizzano sotto Tiriolo, in quelle da Cropani a Belcastro, in quelle da Celico a s. Pietro in Guarano e da s. Sofia d'Epiro a s. Demetrio Corone e sopra Petilia Policastro; mescolato coll'epidoto fra i gneis da Acri a Luzzi; in vene ed arnioni nella massima parte degli schisti calabresi, nei cloriteschisti di Gimigliano, del Reventino e specialmente di Corica presso Amantea; in grande quantità lo si trova negli altipiani Silani, di colore bianco candido, ma anche rosso ed azzurrognolo; l'ultimo predomina fra gli schisti delle falde settentrionali del Reventino con tessitura più o meno fanerocristallina; quarzo schistoso presentasi sulla strada da Spezzano Albanese a s. Lorenzo del Vallo, e da Taverna alla Calcarella. In piccoli ma numerosi cristalli in tutti gli schisti da Falerna a Gizzeria e s. Biase, negli schisti sotto Acri per scendere al ponte sul Mucone, negli schisti ricchissimi di quarzo da Lago al M. Cocuzzo e nel calcare della vetta di questo monte; in cristalli lievemente ametistati nelle masse schistose alla così detta *Cava del Cinabro* sopra s. Donato di Ninèa.

48. *Rame*: a Longobucco. Ebbi alcuni pezzi, che, se fossero nativi, sarebbero bellissimi, perchè accompagnati da magnifici cristalli di *Ziguelina*, similmente a ciò che si ottiene dalle fucine nella penultima preparazione del rame rosetta.

49. *Salgemma*: nella ricchissima miniera di Lungro e nel ricco deposito di Tavolara a N. O. di Lungro; inoltre in molte delle argille mioceniche, nelle quali troviamo le saline: Ogliastri, Petraro, Timpa, Mortella, Solfato, Mandra Vecchia, Rosso Mano e Canne in quel di Zinga per andare al Lese, e Neto, Basilica, Stilo, Calderazzi, Santo Janne in quel di Caccuri; quelle da Cropalati a Rossano che una volta venivano esercitate dal Governo. Aggiungasi che la Calabria oltre a ciò va ricca di piccole sorgenti salifere, fra le quali ricorderemo quella da Belcastro a Marcedusa e l'altra nella contrada Vesparo di Cleto (fra Cleto e Serra d'Ajello).

50. *Selce* (piromaca): in vene, in straterelli ed in arnioni, bianca, alle volte candida, in un superbo calcare miocenico di color bianco, rosso, verde, cenerognolo, che in istraterelli variamente ripiegati ed alternante con argille scagliose e con sabbie ad orbitoidi lungo la strada che da Stongoli va a Verzino, e nella zona, che si stende fra la Fiumarella ed il Trionto, che attraversa chi da Calopezzati va a Cropalati, o chi da Calopezzati voglia andare a Longobucco. Troviamo selce piromaca eocenica in frammenti nella breccia nummolitica sopra il giurese della contrada di Bannifora tra Casaletto e la marina di Praja, dovuta probabilmente alla distruzione di un piano superiore del giurese o del cretaceo che la comprendeva. Ne trovai di oscure, di grigie, di rossigne e di bianche, di poca o di nessuna diafanità in straterelli fra

gli strati di un calcare privo di fossili del M. Cifòlo sopra la borgata di Tortora al confine della provincia di Cosenza con quella di Basilicata. Ascrissi questa selce al giurese per aver trovata l'analoga nel calcare semicristallino di quell'età tra Mormanno e Morano nei monti, che chiudono il bacino di Campo Tenese.

51. *Sericite*: sopra le oficalciti di Gimigliano; nei burroni fra Aquaformosa e s. Donato di Ninèa e sulle sponde del torrente che scende da valle Cersita sotto Rose. Si confonde ordinariamente questa sostanza fusibile collo schisto steatitoso, non sapendo che la steatite è infusibile.

52. *Serpentino*: a Gimigliano, sotto Cicala, nel gruppo del Reventino, agli scogli di Corica presso Amantea, sulle sponde del fiume di Amantea, a Lago, presso Monte s. Lucerna, presso s. Marco Argentaro, in tutta la zona da Cetraro alla Serra della Contessa e da qui verso Belvedere Marittimo, sotto Dosso Mundo presso s. Demetrio Corone e nella località Bellezza presso la stessa borgata.

53. *Sillimanite*: in una superba roccia, forse nuovissima, assieme a quarzo, a granato ed a mica all'origine del Fiumicello confluente del Cardone sotto Pedace ed in altra roccia con quarzo e poca mica del Monteleonese, precisamente in prossimità del Camposanto di Monteleone.

54. *Smaragdite?*: probabilmente in una superba roccia raccolta nella zona delle *pietre-verdi* sotto Pantano dei Monti e forse in talune delle roccie eufotiche da qui a Belvedere Marittimo.

55. *Spinello*: di color azzurro nella calcite assieme all'idocrasio ed al granato nel calcare granuloso di Tiriolo, colla forma dell'ottaedro regolare (111), modificato talvolta dal rombododecaedro (111) (110).

Nell'avvallamento fra la postale per Catanzaro ed il monte di Tiriolo sopra due specie di superbe dioriti, una costituita in parti eguali di oligoclasio bianco e di amfibolo, l'altra dai colori più vaghi per le tinte varie dell'oligoclasio, pel colore nero dell'amfibolo, pel verde e pel giallo dell'epidoto disseminato nella massa, si stende un letto di calcare, attraversato e tagliato dal rigagnoletto, che va poi a formare la valle dell'Azzara. In taluni punti ricopre appena le dioriti, che talvolta fanno capolino là dove le correnti erosero o trasportarono quel calcare, in taluni altri presenta la potenza di qualche metro. È sempre granuloso più che saccaroide e non presenta alcun segno di stratificazione, neppure la bellissima calcite cilestrina, che lucentissime presenta le faccie di sfaldatura. È un impasto di carbonato di calcio, di idocrasio, di granato, ai quali elementi s'accoppia in considerevole quantità pasta azzurra di spinello, che si presenta pure in magnifici cristalli, aggiungendosi altresì l'epidoto, la pirite, la calcopirite e la blenda.

Lo spinello di color azzurro, più raramente verde-azzurro carico, presenta in questo giacimento il massimo interesse, più che per la sua forma cristallina, che costantemente è l'ottaedro regolare, cui si aggiungono qualche volta come abbiamo già detto le faccie del rombododecaedro, però sempre pochissimo sviluppate, per la sua composizione chimica per quanto risulta da analisi fatta dall'egregio d.r Francesco Mauro, che così mi comunicò i suoi risultati:

«I cristalli di questo spinello sono opachi di colore verde-azzurro carico, debolmente splendenti, fragili, con frattura irregolare. La loro polvere è di colore bianco-verdiccio.

Il peso specifico fu trovato = 3,70 temp. 12°.

La polvere introdotta per mezzo di un sottilissimo filo di platino nella regione fondente della lampada Bunsen non si fonde ed emette una luce più debole di quella del platino, perciò potere emissivo debole; ma se resta poi in quella regione per tre ore circa, acquista un forte potere emissivo.

Il minerale ridotto in polvere è insolubile negli acidi ordinarî, ma se si riscalda con acido solforico concentrato si scioglie in parte.

Fuso il minerale con bisolfato potassico si scioglie nell'acqua distillata lasciando un debole residuo bianco polveroso: Silice.

Fatta l'analisi qualitativa si ha: ossido di alluminio, di zinco, magnesio, ferro e traccie di un corpo, che precipitato dall'acido solfidrico in soluzione acida, si presenta con colore rosso-bruno, ed è solubile nel solfuro d'ammonio e nell'acido cloridrico concentrato bollente. La soluzione cloridrica di detto corpo, posta con zinco in una capsula di platino annerisce la capsula, reazione caratteristica dell'antimonio.

L'analisi quantitativa ha dato i seguenti risultati:

	gr.	%	O %
Spinello	= gr. 0,6018		
Sb_2O_3	= 0,0021	= 0,35	= 0,05
Al_2O_3	= 0,3830	= 63,64	= 29,65
$Zn\,O$	= 0,1281	= 21,28	= 4,19
$Mg\,O$	= 0,0743	= 12,34	= 4,93
$Fe\,O$	= 0,0273	= 4,53	= 1,00
	0,6148	102,14	

Rapporto dell'ossigeno contenuto nei tre corpi isomorfi [ZnO, FeO, MgO] con quello contenuto nell'$Al_2O_3 = \frac{1}{2,9229} = \frac{1}{3}$ prossimamente.

Rapporto dell'ossigeno contenuto nei tre corpi isomorfi [ZnO, FeO, MgO] con quello contenuto nel Sb_2O_3 e nell'$Al_2O_3 = \frac{1}{2,9347} = \frac{1}{3}$ prossimamente.

Quest'analisi conduce alla formula: $\left\{\begin{matrix}Zn\\Mg\\Fe\end{matrix}\right\}\left\{Al_2\right\}O_4$ astrazione fatta dall'anidride antimoniosa ».

Gli ottaedri di spinello sono tanto più perfetti quanto più sono piccoli; ve ne sono però di considerevole grandezza avendone trovato uno col diametro di 14 millimetri e mezzo, rovinato alquanto sugli spigoli e maggiormente sugli angoli solidi. I più stupendi si trovano alla dipendenza della bella calcite azzurra chiara, che tanto abbonda in questo giacimento, lucentissima e sfaldabile in larghe lamine romboedriche piane e levigate, come lo spato d'Islanda.

In taluni esamplari di spinello sono associati parallelamente fra loro numerosi cristalli semplici o modificati. La durezza va da 7,5 ad 8.

Questo spinello azzurro, che costituisce una varietà molto ricca di zinco, fu trovato dai contadini di Tiriolo e portato agli ufficiali di quella guarnigione, che si dilettavano a raccogliere monete, roccie, vasi antichi, minerali, insetti ed altre cose ancora. Per caso avuto da uno di questi un esemplare di quello spinello, mi portai sul sito per istudiare il giacimento, che ho dovuto ricercare da me stesso.

Altro spinello di color bruno di garofano (*nelkenbraun*), più che porporino, fu da me trovato in una delle masse di calcare bianco sotto Maglie sulla destra del Cardone. Inviai uno dei due frammenti trovati al dottissimo prof. Fischer ed ebbi il conforto di vedere quasi confermata la prima impressione, che fece a me quella sostanza, sulla quale mi permetto di qui riferire quanto l'illustre uomo mi scrive: « È infusibile, sotto il microscopio polarizzante si mostra isotropo, qualità che converrebbe benissimo allo spinello; senonchè la sua polvere riscaldata in capsula di platino con soluzione di cobalto non diviene distintamente azzurra, ma ciò può dipendere dalla troppo piccola quantità adoperata». Possiede l'altro frammento il distinto prof. Giovanni Strüver, che pure ritiene quel minerale come vero spinello. Ma pur troppo debbo lamentare che la piccola quantità trovata di questa sostanza sia insufficiente per una diagnosi esatta, non avendone raccolta neppur tanta che basti per calcolare la densità. Vane riuscirono le mie ricerche per trovarne di più in quel calcare, che del resto sciolto nell'acido cloridrico lascia liberi alcuni minerali aghiformi incolori e granelli, che non sembrano di quarzo, assieme a particelle di altra sostanza.

Non sono lontano dal credere che spinelli minutissimi assieme ad altri minerali microscopici sieno contenuti nella maggior parte delle masse calcari impure, appartenenti al paleozoico e che in forma di lenti più o meno estese si trovano da Cerisano a Belvedere Marittimo nella catena littorale, e da Rogliano ad Acri sulle falde occidentali della Sila.

56. *Talco*: nei talcoschisti della Fiumarella di s. Agostino di Catanzaro, del Reventino, in quelli da Gizzeria a Falerna particolarmente, in quelli da Lungro a s. Sosti, passando per Aquaformosa e s. Donato di Ninèa; sulle sponde del fiume di Campana ecc.; nelle roccie protoginiche da Paola a Fuscaldo, del ponte del Trapeto oltre Fuscaldo e sulle sponde del fiume della Scala sotto Guardia Piemontese. Ricorderemo qui la *pietra ollare*, che in strati si trova nei serpentini di Lago e la *Steatite* bianca verdognola sopra la Serra s. Bruno sulla via di Mongiana e presso Olivadi. Questa potrebbe essere coltivata e passare in commercio macinata col nome di *Craie de Briançon*, oggi che in altri luoghi questa sostanza relativamente all'estrazione ed all'esportazione ha preso così vaste proporzioni. Bella *steatite* verde si trova in straterelli o meglio vene nella zona delle *pietre-verdi* per andare alla Serra della Contessa nella catena littorale. La contengono ancora gli steaschisti delle falde silane.

57. *Titanite*: in piccolissimi grani nelle dioriti alternanti colle chinzigiti e coi graniti di Catanzaro ed in alcune micacee presso Pentone nello spartiacque fra il Corace e l'Alli.

58. *Tormalina*: in piccole geodi di cristalli aghiformi alla dipendenza specialmente del quarzo nei gneis fra Casole e Pedace, e pure alla dipendenza del quarzo negli schisti euritici sopra le dioriti porfiriche presso il Camposanto di Catanzaro ed

in cristalli più grossi, pure disposti in geodi, nei primi graniti, che s'incontrano per scendere alla Fiumarella di Catanzaro.

59. *Zolfo*: in cristallini nel gesso del burrone dello Steccato sotto Casabona e nella grotta dello Steccato, ma più abbondante ed in cristalli di color citrino e melato a s. Domenica, territorio di Melissa, dove si coltiva il zolfo dal 15 novembre 1876 da una compagnia messinese, residente a Cotrone. In altre parti di quel territorio si potrebbe trovare lo stesso minerale, ma ritengo che tanto nelle solfare che attualmente si coltivano, quanto in quelle che si potranno scoprire in seguito, sarà facile ad esaurire il minerale, appalesato da un povero briscale.

Sopra un nuovo metodo generale di composizione delle forze e sua estensione al calcolo delle travature reticolari.

Memoria del prof. CARLO SAVIOTTI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 4 maggio 1879.

---

1. Il sig. Eddy professore all'Università di Cincinnati (Stati Uniti d'America) ha esposto un nuovo metodo generale per la composizione delle forze nel piano [1]. Egli lo presenta come correlativo del metodo ordinario del *poligono funicolare*, supponendolo dedotto nello stesso modo mediante la proiezione ortografica di due poliedri reciproci quali furono concepiti dal sig. Maxwell od anche in altro modo dal prof. Cremona nella sua Memoria « *Le figure reciproche nella statica grafica* ».

Un tal metodo peraltro non è così semplice come quello del poligono funicolare se non allorquando le forze siano parallele. Gli è in questo caso particolare appunto che io, senza conoscerlo ancora in tutta la sua generalità, l'avevo anteriormente applicato alla riduzione delle superficie e dei momenti [2]. Ora lo presento io pure in tutta la sua generalità, ma deducendolo per analogia dalla composizione delle forze nello spazio mediante il *poligono* e *piramide funicolari.*

Il sig. Eddy dà al nuovo metodo la denominazione di *frame pencil;* io ho creduto appropriata la denominazione di *metodo del fascio funicolare.*

Dal metodo del poligono e piramide funicolari si deriva facilmente quello della *rete funicolare* [3] per la composizione delle forze nello spazio. Una ulteriore generalizzazione del metodo del fascio funicolare mi ha condotto alla generazione di una *rete funicolare* per la composizione delle forze nel piano come per le forze nello spazio.

Per un sistema di forze in equilibrio si mostra che una rete funicolare è una figura indeformabile e che può essere riguardata come lo schema di una *travatura reticolare ;* sicchè della composizione delle forze non rimane allora che il procedimento indiretto di decomporre le forze date in altre, procedimento che costituisce il metodo diretto per la ricerca delle azioni longitudinali nei membri di una travatura reticolare indeformabile mediante il *diagramma delle forze.*

2. Fra i diversi metodi per ridurre a due sole un sistema di forze applicate a punti comunque posti nello spazio e fra di loro rigidamente connessi, è noto quello

(1) *A new general method in Graphical statics* (Reprinted from van Nostrand's engineering Magazine) - New-York 1878. - Ed anche: *On the two general reciprocal methods in graphical statics* (American journal of Mathematics 1878, vol. I pag. 322).

(2) *Sopra alcuni punti di statica grafica* (Atti della R. Accademia de'Lincei 1877 pag. 21). *Alcune lezioni di statica grafica* (litografate) 1876-77 pag. 24.

(3) Zucchetti, *Studio relativo alla statica dei sistemi di forze nello spazio* (Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, novembre 1876).

denominato del *poligono* e *piramide funicolari* [1]. Formato nello spazio (fig. 1) il poligono delle forze *abcde* [2], si fissi un punto O ad arbitrio e sopra la linea d'azione della prima forza *ab* un punto A; per questo si tracci la linea *ap* di una componente sua, che si fissa ad arbitrio anche in senso e grandezza. Si immagini ora il piano che passa per A e per O ed è parallelo al segmento *pb*; esso incontrerà la linea della seconda forza *bc* in un punto B; si tirino le linee ed i segmenti *pq* e *qb*. Con ciò alla prima forza si possono sostituire le tre componenti *apqb*. Si assuma ora *bq* a componente della forza successiva *bc*. Per B e per O e parallellamente al segmento *qc* si immagini il piano che interseca la linea della terza forza *cd* in un punto C e si tirino le linee ed i segmenti *qr* e *rc*; risultano *bqrc* le tre componenti della forza *bc*. Così si continui finchè si arrivi a decomporre l'ultima forza del sistema *de* parimenti in tre, una *ds* già obbligata, le altre *st* e *te* individuate dal piano ODE parallelo al segmento *se*. Si ottiene per tal modo un poligono funicolare gobbo EABCD che fornisce una risultante *au* del sistema ed una piramide (o forse meglio una *stella*) funicolare, pel vertice O della quale passa la seconda forza *pt* formante colla *au* un sistema risultante od irreducibile equivalente al dato.

Il punto arbitrario O può essere scelto sopra la linea di una delle forze date per es. in A sulla linea della prima *ab* (fig. 2). In tal caso si immagini il piano (A, *bc*) che incontrerà la terza forza *cd* in un punto C; scelto sulla linea *bc* un punto qualunque B, si traccino le linee ed i segmenti *bp* e *pc*, quali componenti di essa *bc*. S'immagini il piano passante per CA e parallelo al segmento *dp*; esso incontri la linea *de* in un punto D; si tirino le linee ed i segmenti *pq*, *qd*; resta decomposta la forza *cd* nelle tre *cpqd*. E così si immagini il piano passante per DA e parallelo al segmento *eq*; sia E il punto in cui incontra la linea della forza *ef* che in figura è l'ultima del sistema; si tirino le linee ed i segmenti *qr* e *re*, onde risultano *dqre* le tre componenti della *de*. Tirando ora per A ed E le parallele ai segmenti *ar*, *rf* riescono pienamente individuate queste due forze risultanti del sistema. Qui la piramide e il poligono funicolari non sono più distinti; ma insieme formano un unico poligono funicolare aperto con diagonali uscenti da un suo vertice, ossia una rete funicolare, che si potrebbe denominare anche *poliedro funicolare*.

La composizione delle forze si può compiere anche non tenendo fisso il punto A; cioè mediante una rete funicolare le cui diagonali non concorrano tutte in un medesimo vertice. Sia *abcdefghk* il poligono delle forze (fig. 3); si scelga una forza intermedia secondo l'ordine assunto, per es. là *cd*; vi si fissi sopra un tal punto indicato con C; s'immagini il piano (C, *de*) (oppure (C, *bc*)) e sia E il suo punto d'incontro colla linea *ef* successiva alla *de*. D essendo un punto qualunque di questa, si tirino le linee ed i segmenti *dm*, *me*. Ora si prosegua l'operazione di decomposizione alternativamente per le forze che precedono e che susseguono la *de*, cioè: s'immagini il piano passante per EC e parallelo al segmento *fm*; sia F il suo punto

[1] M. Levy, *La statique graphique* ecc. 1874, pag. 220. — F. Steiner, *Die graphische Zusammensetzung der Kräfte*. Wien, 1876.

[2] La notazione convenzionale consisterà qui nel denominare un segmento di forza con due simboli posti a' suoi termini e cogli stessi due simboli la linea relativa. Più forze che si succedano *ab*, *bc*, *cd*, ... potranno essere nominate per semplicità di scrittura *abcd*. .....

d' incontro colla linea fg; si tirino le linee ed i segmenti mn, nf; risultano $emnf$ le tre componenti di ef. Si immagini il piano per FC e parallelo al segmento nc; incontri in B la linea bc: si tirino le linee ed i segmenti cp, pn; risultano $cpnmd$ le quattro componenti di cd. Il piano per FB e parallelo al segmento gp incontri la linea gh in G; si tirino le linee ed i segmenti pq, qg e saranno $fnpqg$ le quattro componenti della fg. Decomponendo in seguito la bc, poi la gh; indi la ab e infine la hk, si arriva alle due forze at, tk risultanti del sistema proposto.

3. Un metodo analogo può essere applicato alla composizione delle forze quando giacciano tutte in un medesimo piano, avuto riguardo naturalmente a quest' ultima condizione.

Siano (fig. 1) $abcde$ le forze date da comporre; O un centro arbitrario assunto nel loro piano ed A un punto qualunque sopra la linea della prima forza ab, dove debbono concorrere le sue componenti; di queste si assuma la ap ad arbitrio in grandezza, senso e direzione e all'altra componente pienamente determinata pb si sostituiscano due altre componenti pq, qb, la prima avente la linea obbligata a passare per O, la seconda di direzione affatto arbitraria; questa incontra sempre la linea della seconda forza data bc in un punto B (si eviti l'incontro a distanza infinita per non rendere più complicata la costruzione). Si assuma ora per una delle componenti di questa seconda forza la bq e l'altra componente pienamente determinata qc sia sostituita dalle due qr, rc, la prima passante per O e la seconda di direzione arbitraria. Colla stessa norma a ciascuna delle successive forze date sostituendo pure tre componenti si arriva ad ottenere un sistema di componenti riducibile a tre sole ap, pt, te, equivalente al dato. Nella figura la prima risulta composta colla terza; la loro risultante au composta colla pt fornirà la risultante unica ae del sistema dato, che non venne tracciata.

Nello spazio si può evitare d' introdurre una componente arbitraria ap della prima forza ab col far coincidere i piani OAB e (O, ab); questo si è fatto appunto nella figura 2. Nel piano si può senz' alcun riguardo evitare l'introduzione di una tale componente ap. Allora (fig. 4) si trova il sistema dato $abcdef$ equivalente a due sole au, uf; una qual risultante delle forze concorrenti in O, l'altra avente per linea l' ultimo lato del poligono ABCDEF.

Mi sembra appropriata a questo procedimento la denominazione di *metodo del poligono* e *fascio funicolari* o più semplicemente del *fascio funicolare*.

Allorquando le forze siano parallele (fig. 5) torna conveniente (come del resto in generale anche quando non siano parallele) di dirigere i lati del poligono funicolare ABCD.... in prolungamento successivamente l'uno dall'altro. Allora la composizione delle forze si compie colla stessa semplicità del metodo ordinario del solo poligono funicolare. Basta attraversare le linee delle forze date con una retta arbitraria AE, proiettarne i punti d' incontro da un centro qualunque O, condurre per i punti di divisione $b, c, d, \ldots. f$ dei segmenti delle forze le parallele alla trasversale AE e connettere queste con un poligono $aqr \ldots. u$ relativo al polo O, tirando per O il raggio parallelo al segmento di chiusa au, si ottiene in F sulla trasversale AE un punto della linea della risultante af.

Allorquando il poligono delle n forze date $abcda$ (fig. 6) riesca chiuso si

trovi la linea della risultante delle prime $n-1$ forze come nel caso generale, individuandone un punto nell'incontro D dell'ultimo lato del poligono funicolare CD colla linea OD della risultante delle componenti che agiscono secondo i raggi del fascio (componenti radiali). Se un tal punto non cade sulla linea dell'n^{ma} forza, questa e la risultante delle prime n-1 per tal modo individuata, formano una coppia, risultante del sistema. Se si vuole che una delle forze del sistema sia una componente della coppia risultante, basta nella composizione ordinare le forze per modo, che essa riesca l'ultima.

L'equilibrio di un sistema di n forze è manifestato dall'essere chiuso il poligono delle n forze e dall'essere il punto d'incontro dell'ultimo lato sd del poligono funicolare colla risultante as delle componenti radiali sulla linea dell'n^{ma} forza.

Si può spingere l'operazione di decomposizione anche alla n^{ma} forza; in tal caso (fig. 6) si tirerà il segmento sa^1 parallelo ad OD^1; se il poligono $aqrsa^1$ delle componenti radiali non riesce chiuso, il sistema è riducibile ad una coppia; mentre *riescono chiusi il poligono delle forze date e quello delle componenti radiali con un vertice comune* a, *se il sistema è in equilibrio.*

4. È notissima la proprietà di due poligoni funicolari connettenti un medesimo sistema di forze, che cioè i loro lati corrispondenti si intersecano sopra una retta parallela alla congiungente i poli relativi ad essi.

Una proprietà analoga ha luogo fra le due figure che si costruiscono col nuovo metodo. Siano (fig. 7) $abcde$ le forze date; se ne trovi la risultante ae, assumendo un centro O ed un poligono funicolare DCBAE; il poligono dei segmenti delle componenti radiali risulta $efghk$. Ora si tenga fisso il poligono funicolare e lo si proietti da un altro centro qualunque O'; il poligono dei segmenti relativi a' suoi raggi sia $e'f'g'h'k'$ (ee' è parallela ad ED come ak è parallela ad AE); le coppie dei lati corrispondenti dei due poligoni $efghk$, $e'f'g'h'k'$ s'intersecano sopra una retta pqr.... parallela ad OO'. Difatti si rilevano nelle due figure i due quadrangoli completi $pqff'$, ODCO', i quali avendo per costruzione cinque coppie di lati paralleli, avranno paralleli anche i loro sesti lati pq ed OO'. Due altri quadrangoli aventi la stessa proprietà sono $rqgg'$ ed OCBO', onde è qr parallelo ad OO'; altre coppie di quadrangoli analoghi sono $srhh'$ e $OBAO'$; $tskk'$ e OAEO'. Tutti i punti p, q, r, ... sono dunque sopra una medesima retta parallela ad OO'.

Se si connette un sistema di forze con un poligono funicolare secondo il metodo noto; se indi si fissano sopra i suoi lati altrettanti punti in linea retta R e si costruisce un secondo poligono funicolare i cui lati passino ordinatamente per tali punti, i raggi paralleli nel poligono delle forze concorrono in un medesimo polo, la cui congiungente col primo è parallela ad R. L'analoga proprietà sussiste per le due figure che si costruiscono col nuovo metodo, dove il poligono dei segmenti relativi alle componenti radiali si comporta come il poligono funicolare del metodo ordinario; cioè: se si fissano sui segmenti delle componenti radiali (fig. 7) $efghk$ altrettanti punti p, q, r, ... in linea retta; se indi si costruisce un secondo poligono $e'f'g'h'k'$, i cui lati passino ordinatamente per p, q, r, ..., i raggi paralleli pei vertici D, C, B, ... del poligono funicolare concorrono in un medesimo centro O^1, ed OO' è parallelo a pqr.

Così, se col metodo noto si fa scorrere il polo sopra una retta, il poligono funicolare si deforma per modo che, il primo lato ruotando intorno ad un punto fisso, tutti gli altri suoi lati ruotano intorno a punti di una retta parallela a quella percorsa dal polo. E reciprocamente, se il poligono funicolare si deforma per modo che tutti i suoi lati ruotino intorno a punti fissi in linea retta, il polo scorre sopra una retta parallela a questa.

Col nuovo metodo, se si fa scorrere il centro del fascio funicolare sopra una retta, il poligono dei segmenti ad esso relativo si deforma per modo che, il primo lato ruotando intorno ad un punto fisso p, tutti gli altri suoi lati ruotano intorno a punti di una retta passante per p e parallela a quella percorsa dal centro. E reciprocamente, se il poligono dei segmenti delle componenti radiali si deforma così che tutti i suoi lati ruotino intorno a punti fissi in linea retta, il centro del fascio scorre sopra una retta parallela a quella.

Queste proprietà si deducono assai facilmente dalla considerazione di due poliedri reciproci nello spazio, di cui le due figure delle linee e dei segmenti possono essere riguardate come proiezioni ortografiche secondo la teoria del prof. Cremona ([1]).

5. Il metodo ordinario del poligono funicolare può essere riguardato come un

([1]) È facile dedurre le due figure O′. ABCDE; $a\ b\ c\ d\ e\ e'\ f'\ g'\ h'\ k'$ come projezioni di due poliedri reciproci quali si possono formare cogli elementi corrispondenti di un sistema polare individuato dalle due risultanti di un sistema di forze nello spazio. Siano n rette (r) nello spazio successivamente in uno stesso piano la prima colla seconda, la seconda colla terza, ... l'ultima colla prima. Le n rette reciproche (ρ) formano un poligono gobbo chiuso, Si proiettino i vertici di questo da un polo P; il piano polare π corrispondente incontra le n rette (r) in altrettanti punti, vertici di un poligono i cui lati corrispondono ai raggi proiettanti da P i vertici del poligono chiuso gobbo. Si fissino sulle rette (r) altrettanti punti (A) ad arbitrio non giacenti in un medesimo piano; i piani polari corrispondenti (α) contengono i lati (ρ) del poligono gobbo e s' intersecano secondo rette (β) non concorrenti, le quali corrispondono alle congiungenti (b) i punti (A). Si proiettino da un punto arbitrario O i punti (A); si dicano (γ) i raggi proiettanti; il piano polare ω di O interseca i piani (α) secondo i lati (c) di un poligono chiuso i quali corrispondono i raggi (γ). Così si ottengono due poliedri ciascuno formato dalla riunione di un prismoide e di una piramide. Alla faccia base del prismoide, ai suoi spigoli laterali, all'orlo d' intersezione colla piramide e alla piramide nell' un poliedro, corrispondono nel secondo, rispettivamente, la piramide, l'orlo d' intersezione di essa col prismoide, gli spigoli laterali e la faccia, base di questo. Facendo ora le proiezioni dei due poliedri sopra un piano perpendicolare all' asse centrale del sistema, si ottengono due figure che possono essere interpretate, una come l'insieme delle linee d' azione di n forze in equilibrio, oppure di n—1 forze colla loro risultante, connesse da un poligono funicolare ordinario e da un altro poligono non piano proiettato da un centro (fascio funicolare). La seconda figura come il poligono chiuso delle n forze o delle n-1 forze e loro risultante proiettato da un polo da una parte e connettente dall' altra un sistema di rette connesse, inoltre con un altro poligono chiuso piano, quello corrispondente al fascio funicolare. Se ora si porta nel secondo poliedro il polo P all' infinito sulla direzione dell' asse centrale, il piano corrispondente π diventa il piano all' infinito. Le proiezioni dei raggi della stella di centro P coincidono coi vertici del poligono delle forze e il poligono funicolare cade tutto nella retta all' infinito del piano delle due figure. Per tal modo non rimangono che le due figure O′ABCDE, $a\,b\,c\,d\,e\ e'f'g'h'k'$, quali si costruiscono col nuovo metodo. Quando il vertice O della piramide si muove sopra una retta l il suo piano polare ω ruota intorno alla retta l' reciproca di l ed interseca le faccie laterali del primoide (che si proietta nella figura dei segmenti) secondo tanti poligoni chiusi, i cui lati corrispondenti s' intersecano sopra l'. Se l si proietta in O O′ O″...., l' si proietta in $p\ q\ r$...; $e f g h k$, $e' f' g' h' k'$, $e'' f'' g'' h'' k''$...., sono le proiezioni dei poligoni giacenti in $\omega, \omega', \omega''$,....; etc.

caso particolare del nuovo, perciocchè, se i punti A, B, C, ... (fig. 4) sono presi in tal posizione che riescano nulle le componenti radiali $qrstu$, nella figura delle linee non rimane che il poligono funicolare ABCDE, i cui lati esteriori aq, uf individuano la linea della risultante af; nella figura dei segmenti, riducendosi ad un punto (polo) il poligono $qrstu$, i segmenti che collegano questo poligono con quello delle forze date diventano i raggi proiettanti quest'ultimo dal polo. Non è che allorquando il polo è preso nell'origine del poligono delle forze date che si ha la maggior semplificazione possibile, ottenendo per poligono funicolare quello delle successive risultanti. E questo è il solo caso, in cui si eseguisce la composizione delle forze in modo diretto, cioè senza una preventiva decomposizione di esse in altre, come coi due metodi del poligono funicolare e del fascio funicolare, i quali richiedono, l'uno la decomposizione delle forze in due, l'altro la decomposizione delle forze in tre.

6. Fondando la ricerca della risultante di un sistema di forze nel piano sulla decomposizione di esse in altre, collo scopo di ottenere un sistema equivalente riducibile a due sole forze, rimane la più ampia libertà nell'eseguire una tale decomposizione, pur sempre raggiungendo il fine di far riuscire tutte queste nuove componenti in equilibrio di per sè, ad eccezione di due, oppure in altro modo riducibili facilmente a due.

Gli è partendo da questa considerazione che si possano scoprire dei metodi più o meno complicati per compiere la composizione di un sistema dato di forze.

Ora, fintantochè si ha di mira questa sola composizione, fra i diversi metodi grafici occupa il primo posto, in ordine di semplicità, quello del poligono delle successive risultanti; viene poscia quello del poligono funicolare, indi quello del fascio funicolare. Continuando nella ricerca di altri metodi ancor meno semplici di quest'ultimo, cessa ogni loro interesse per lo scopo sopraindicato. Ma subentra per essi un'altra importanza speciale, perchè si possono ricavare dalle figure cui danno luogo, dall'una parte uno schema di travatura reticolare indeformabile, dall'altra il diagramma delle forze corrispondente, quali costituiscono le ordinarie e ben note figure reciproche della Statica grafica.

7. Già il poligono delle successive risultanti e quello funicolare possono essere riguardati come schemi di travature connettenti i punti d'applicazione di forze date in equilibrio. Ma il legame da essi formato, quand'anche sia rigido per le forze date, non si conserva più tale se esse, sempre mantenendosi in equilibrio, si modificano in grandezza, senso o direzione. Si dice che tali poligoni (resi materiali) costituiscono delle travature *deformabili*. Il poligono delle successive risultanti dà luogo ad una travatura *aperta*, il funicolare ad una *chiusa*; ma anche questa può essere aperta quando se ne tagli un lato ed i capi liberi del poligono vengano fissati; ossia vi si applichino due forze misurate dalla tensione o compressione del lato reciso. Cessa la loro applicabilità in tutti quei casi, nei quali non si mantiene immutato il sistema delle forze, di cui essi connettono i punti d'applicazione, eppure questi debbono avere una posizione fissa.

Ora consideriamo il fascio funicolare parimenti applicato ad un sistema di forze in equilibrio. Un sistema qualunque, essendosi trovato in generale equivalente a due

forze $a u f$ (fig. 4), nel caso attuale saranno nulle entrambe queste forze, cioè i punti u ed f coincideranno con a nella figura dei segmenti. Nella figura delle linee (fig. 8) rimane il poligono di connessione delle forze date ABCDE, lungo i lati del quale si sviluppano tante paia di forze uguali ed opposte; e, secondochè queste agiscono dall'interno all'esterno o viceversa i lati risultono tiranti o puntoni. Tutte le componenti che concorrono nel centro del fascio O sono pure fra di loro in equilibrio. Si applichino in O altrettante forze ad esse uguali ed opposte; tali nuove forze saranno in equilibrio di per sè; ed appunto per ciò è permesso introdurle nel sistema. Ciò equivale a rendere materiale i lati concorrenti in O e quivi rilegarli con una cerniera.

Ora la travatura che per tal modo si ottiene dal fascio funicolare è *indeformabile*, cioè il numero de' suoi membri è quello strettamente voluto per connettere i suoi nodi in modo rigido, comunque mutino in numero, grandezza, senso e direzione le forze pur sempre in equilibrio, applicabili a' suoi nodi. Infatti, detto n il numero dei nodi di una simile travatura, quello delle forze date è $n-1$ (il centro O non essendo preso sopra alcuna di esse forze), quello dei lati di connessione AB, BC, CD, ... è $n-2$ e quello dei raggi concorrenti in O è $n-1$; onde la totalità dei membri della travatura è: $m=2n-3$, quale si richiede appunto perchè sia indeformabile. Che se il centro O è preso sopra la linea di una forza, onde si abbia una travatura caricata a tutti i suoi n nodi, si hanno pur sempre da considerare $n-1$ forze (fig. 9) gli $n-2$ lati di connessione di esse ABCD e gli $n-1$ raggi O (A, B, C, D) uscenti da O. E pertanto il diagramma delle forze non è che la figura dei segmenti quale si costruisce per la composizione delle forze, applicando il nuovo metodo.

8. Però le travature così ottenute riescono sempre formate di un poligono chiuso (contorno della travatura) e da tanti membri diagonali tutti concorrenti in un medesimo *nodo* quanti ne occorrono perchè la travatura sia indeformabile. Tutti i nodi, oppure tutti meno uno, sono caricati di una forza data. Gli è generalizzando il nuovo metodo di composizione delle forze che si ottiene anche una maggior generalizzazione di quelle travature reticolari indeformabili.

Non è necessario nella composizione delle forze di fissare un centro unico O nella figura delle linee, ma se ne possono assumere diversi, semprechè le forze concorrenti in ciascuno di essi siano in equilibrio. Con ciò si vengono a trattare i centri O come i punti d'applicazione delle forze; solo che, non essendo in essi applicata alcuna delle forze date, le componenti che vi concorrono riescono fra di loro in equilibrio, o, se si vuole, sono le componenti di forze evanescenti.

Sia come esempio (fig. 10) da comporre un sistema di forze $a b c d e$; si fissino, un primo centro O e due punti A e B sulle linee della prima e seconda forza secondo l'ordine assunto, oppure anche tutti i vertici A, B, C, ... del poligono di connessione, quando non siano obbligati. Si traccino le linee ed i segmenti $a m$, $m b$. Or si voglia tosto abbandonare il centro O, per assumerne un secondo O′; per questo si tenga come componente obligata, applicata in O, la $m a$; tirando le linee ed i segmenti $a n$, $n m$, si ottiene il triangolo $a n m$ delle tre forze concorrenti in O in equilibrio. Delle componenti di $b c$, due, cioè $b m$, $m n$ sono già obligate; fissato ad arbitrio

sulla linea della terza forza cd un punto C, si traccino le linee ed i segmenti np, pc, sicchè $bmnpc$ sia la totalità delle componenti di bc. Se si vuole ora abbandonare il centro O′ per assumerne un terzo O″, si mettano in equilibrio le componenti già obligate concorrenti in O′, cioè pn, na, tirando le linee ed i segmenti aq, qp. Delle componenti di cd risultano così obligate le due cp, pq, e se D è un punto scelto ad arbitrio sulla linea de, tracciate le linee ed i segmenti qr, rd, si ottiene la totalità $cpqrd$ delle componenti di cd. Non assumendo altri centri, in O″ concorrono due componenti obligate, cioè rq, qa; la componente secondo O″ D non sarà in generale in equilibrio con esse; onde si tiri per O″ una linea arbitraria di una quarta componente e si otterrà il poligono chiuso $asrq$. Componenti obligate della forza ultima de sono dr, rs; obligata riesce anche la terza se, la cui linea incontra la as in un punto E, pel quale passerà la linea della risultante ae del sistema dato, che, come mostra chiaramente la figura, si è fatta riuscire equivalente appunto alle sole due as, se.

Pel tal modo otteniamo nel piano il riscontro al metodo della rete funicolare applicato alla composizione delle forze nello spazio (fig. 3), così che trovo conveniente di denominarlo del pari *metodo della rete funicolare.*

La figura dei segmenti, che si presenta come un poligono semplice colle diagonali uscenti da un suo vertice, se la composizione delle forze viene fatta col metodo del poligono delle successive risultanti, col metodo del poligono funicolare riesce composto di un poligono semplice e di un fascio di raggi che lo proietta da un polo qualunque. Col metodo del fascio funicolare questo polo è sostituito da un poligono, onde se ne hanno due collegati da segmenti. E col metodo della rete funicolare si hanno ancora due poligoni; quello delle forze e quello dei segmenti corrispondenti alle componenti diagonali. La figura 10 fa vedere inoltre che i segmenti corrispondenti al contorno della rete funicolare A O, O O′, O′ O″ sono tutti concorrenti, mentre uscirebbero da vertici distinti del poligono delle forze date come bm, cp, ... se ai centri O, O′, O″ fossero applicate delle forze del sistema come nella figura 3.

9. Se si rovescia il senso della risultante ae (fig. 10) delle forze date e si decompone secondo i due lati E O″, E D, che concorrono sopra la sua linea, si ottengono due sistemi di forze in equilibrio; quello delle forze applicate ai vertici della rete funicolare e quello delle loro componenti secondo i lati del contorno e le diagonali della rete medesima. Quando questi suoi lati siano gli assi di sbarre materiali e resistenti, essa rete non è che lo schema di una *travatura reticolare*; la figura dei segmenti ne è il *diagramma* relativo.

In pratica si è quasi sempre obligati a scegliere dei nodi analoghi ai punti O in aggiunta a quelli d'applicazione delle forze date onde comporre una travatura connettente rigidamente questi ultimi, i quali sogliono trovarsi per dato, in molti casi, distribuiti in linea retta.

Si conclude pertanto che la determinazione delle azioni longitudinali (col mezzo del diagramma) nei membri di una travatura reticolare indeformabile, caricata soltanto ai nodi, rientra nel metodo del fascio funicolare generalizzato per la composizione delle forze nel piano, cioè nel metodo della rete funicolare.

Fig. 6.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.

Fig. 7.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 7.

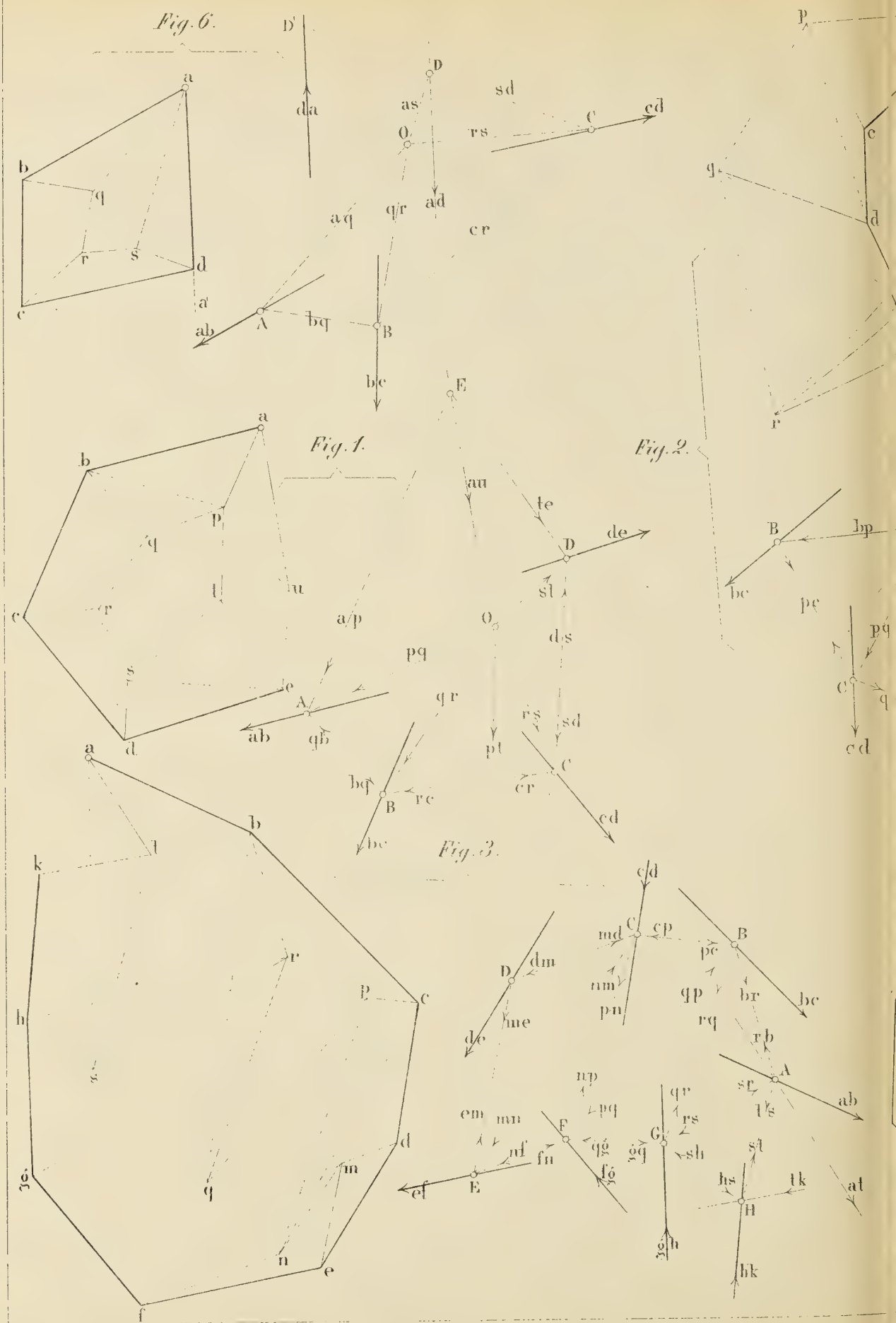
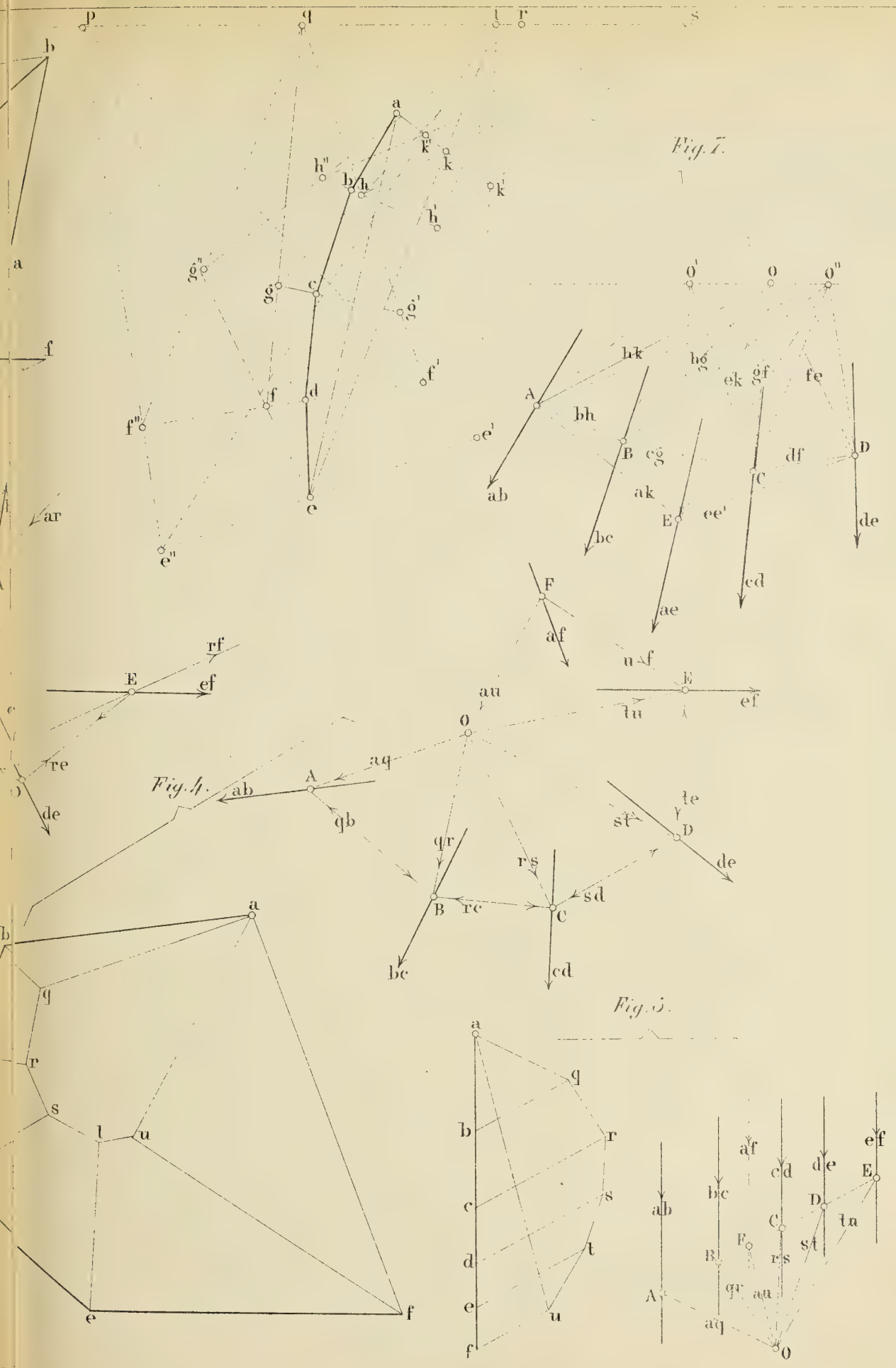
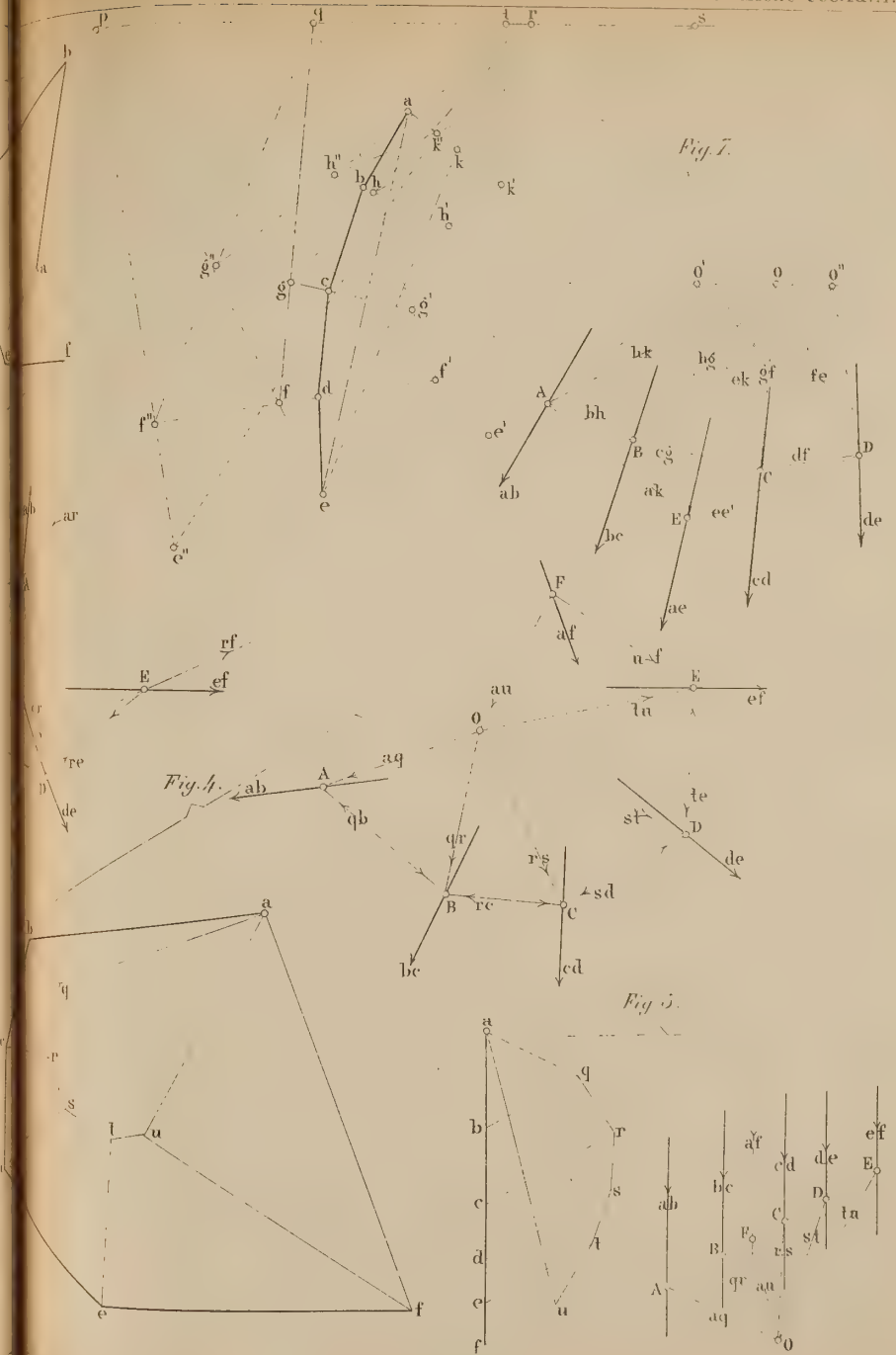
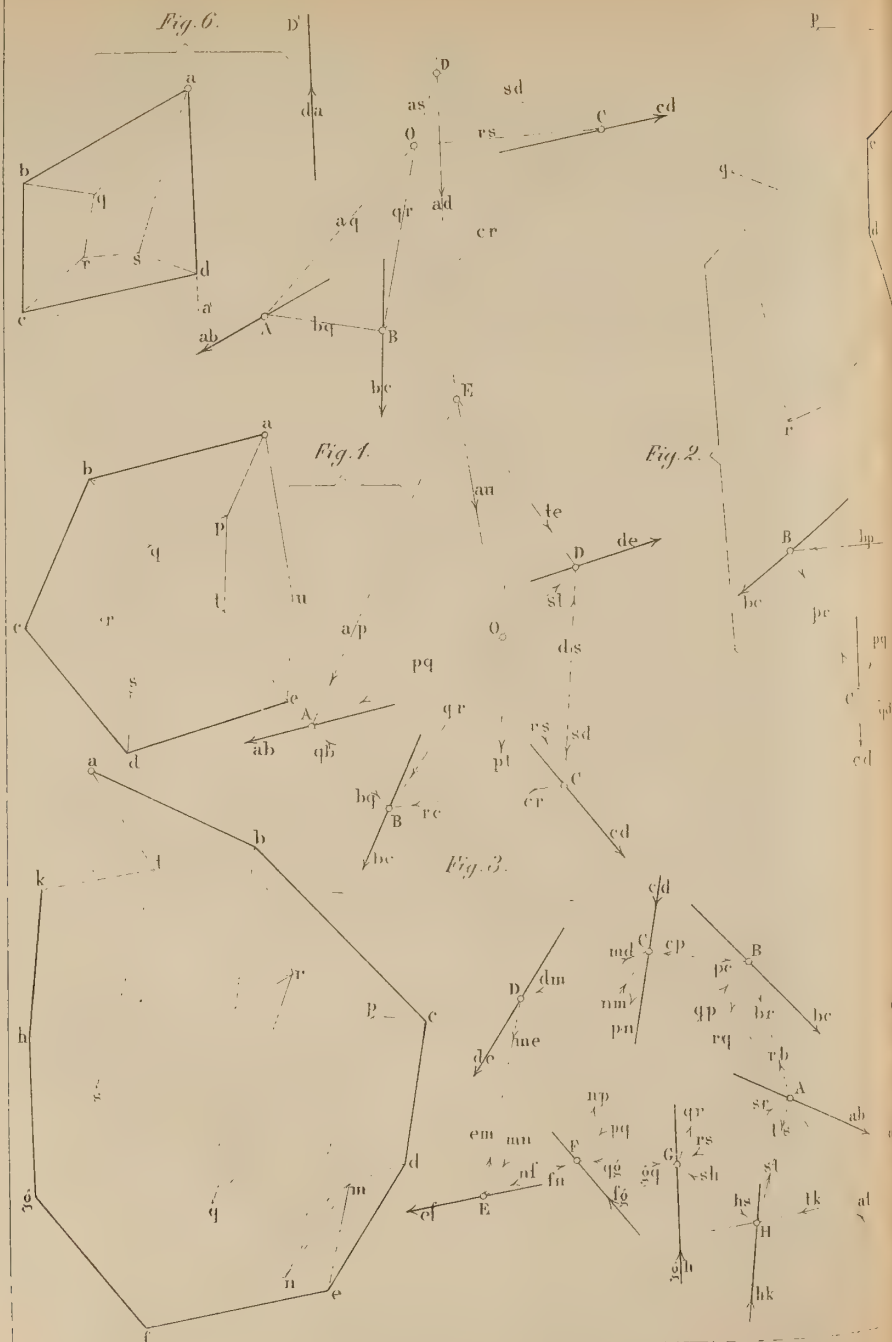
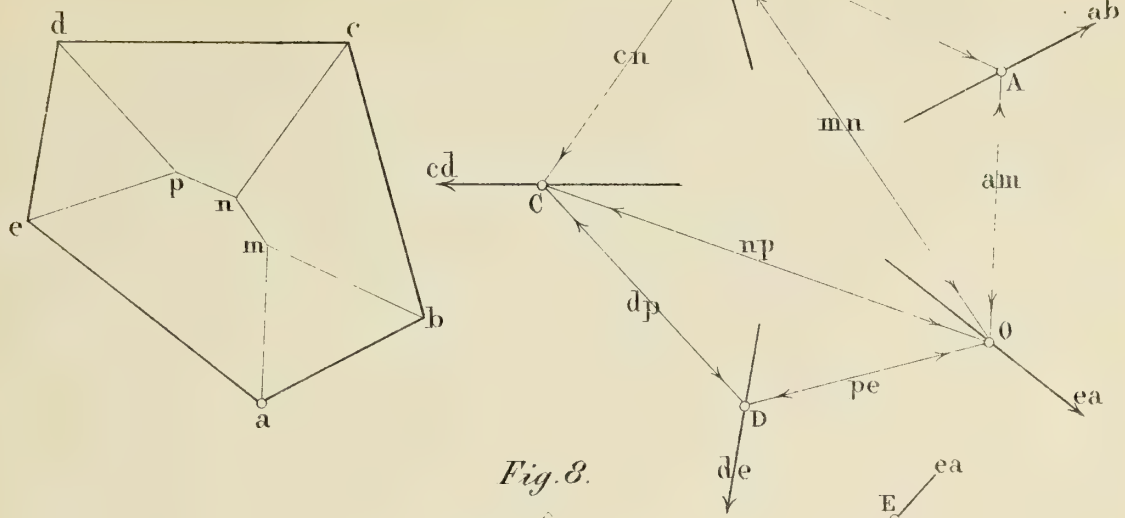
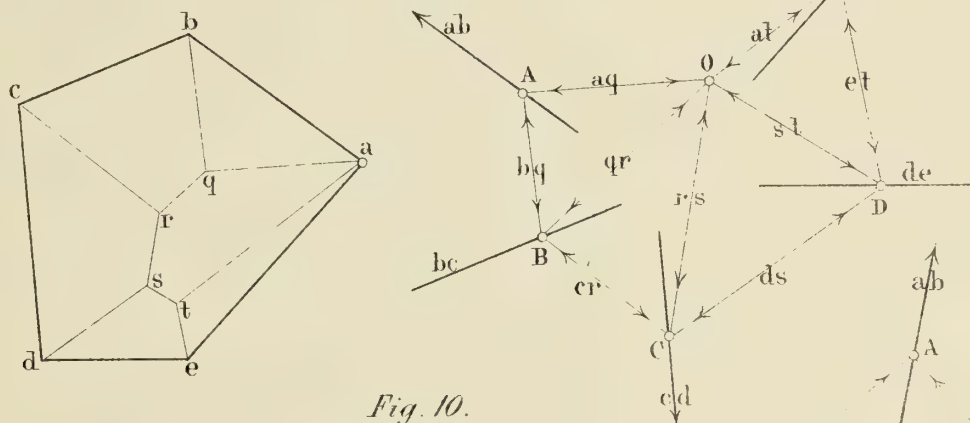
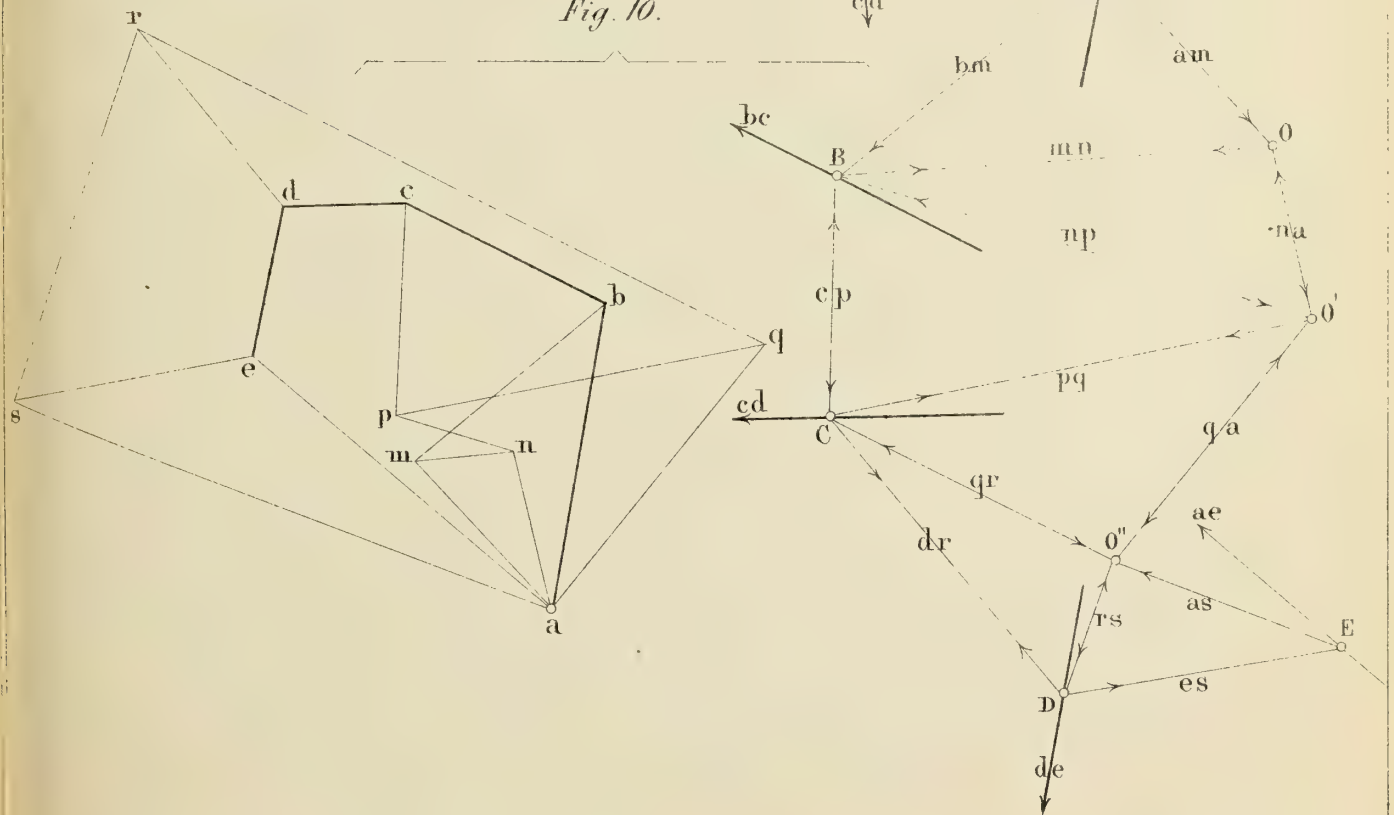



Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 10.

Delle difficoltà di ottenere perfettamente privo di arsenico l'acido solforico, del modo con che riuscirvi e di altre cose che risguardano l'arsenico.

Memoria del Socio corrispondente F. SELMI

letta nella seduta del 6 aprile 1879.

Non è tanto facile come si crede di ottenere l'acido solforico privo assolutamente di arsenico, nè si può essere certi della sua purezza totale facendo la prova nel modo consueto coll'apparecchio di Marsh, del che mi avvidi durante la mia pratica tossicologica. L'acido solforico, detto purissimo, quale viene dal commercio, suole essere disarsenicato col mezzo dell'acido solfidrico o con uno dei solfuri di bario o di sodio; ma con tali reattivi non perde tutto l'arsenico, fatto il quale fu già osservato da Unger e da me, allorquando avendolo trattato nella maniera suddetta, lo sottoposi alla debita prova.

Ma vi è di più, che avendo fatto provvista di acido solforico, datomi come scevro di qualsivoglia materia eterogenea, quando lo sperimentai nella proporzione di 100 gr. collo zinco occorrente ed usando l'apparecchio di Marsh, modificato, non vidi la più che lieve posatura arsenicale nel cannello; poscia, sottopostolo ad un'altra prova, impiegandolo a seconda del mio processo di estrazione dell'arsenico con carne musculare di bue, ebbi un discreto anellino di un venticinquesimo circa di milligrammo.

Nel mio processo soglio adoperare complessivamente da 700 ad 800 gr. dell'acido; per cui è naturale che, qualora ne contenga una quantità assai tenue, tale da non essere riconoscibile per 100 grammi, lo rende poi manifesto allorchè sia posto a reagire in una proporzione sette od otto volte maggiore.

Gli autori sogliono assicurare che, se invece di disarsenicare l'acido solforico con un solfuro o coll'acido solfidrico, si usa un ossidante, quali ad esempio il permanganato di potassa od il biossido di manganese ecc., e poi si distilla, tutto l'arsenico rimane fisso nella storta perchè mediante l'ossidazione, l'acido arsenioso si converte in acido arsenico e con questo perde la sua volatilità.

Io più volte trattai l'acido solforico grezzo del commercio o con uno o coll'altro degli ossidanti; ma difficilmente riuscii alla disarsenicazione compiuta, tranne quando ripetei l'operazione per due o tre volte, ridistillando ogni volta. Come ciò succeda si vedrà nel seguito della presente Memoria.

Essendo molto fastidioso ed anche dispendioso il far prova di un acido solforico purificato, per accertarsi se o no veramente sia puro, col mettere in opera l'intero mio processo al quale già accennai, mi posi in pensiero di cercarne qualche altro

che fosse più spedito, e per cui non si avesse a sciupare una quantità troppo ragguardevole dell'acido che si esamina, e mi parve che avrei dovuto conseguire lo scopo se lo ponessi a reagire con un cloruro di decomposizione difficile e che svolgesse l'acido cloridrico a temperatura elevata soltanto, dacchè sperai che per la reazione lenta e pel grado alto di calore, l'acido cloridrico che si andasse sprigionando dovesse convertire fin da principio l'acido arsenioso in cloruro d'arsenico volatile, e quindi trarlo con sè nella distillazione.

Tra i cloruri di tale maniera provai quelli di argento e di piombo; dovetti però in breve abbandonare il primo avendolo riconosciuto di resistenza soverchia all'azione decomponente dell'acido solforico, mentre dal secondo ottenni ottimi effetti, come verrò enunciando.

Modo di riconoscere traccie di Arsenico nell'acido solforico e purificazione di questo.

Volendo procedere al riconoscimento dell'arsenico nell'acido solforico, si pesa un chilogrammo di questo, si diluisce con circa 300 c. c. di acqua e si lascia raffreddare, per indi versarlo dentro una storta di vetro verde e di capacità conveniente, col mezzo di un imbuto di lungo collo, avendo fatto precedere l'introduzione nella storta medesima di una certa quantità di cloruro di piombo cristallizzato e secco, che soglio prendere nella dose di circa 50 grammi.

Si pone la storta in bagno d'olio od anche di cenere e si congiunge con pallone tubulato, dal cui tubulo parte un cannello a doppia piegatura, pescante col suo braccio esterno in un bicchiere conico contenente da 8 a 10 c. c. di acqua.

Si scalda gradatamente il bagno, e quando la temperatura salì tra 80° e 90°, si vede, osservando l'acido, che incominciano a manifestarsi piccole bollicine di gas, le quali crescono ed appaiono per tutta la superficie. È l'acido cloridrico che già si svolge dal primo lento decomporsi del cloruro di piombo. Crescendo il calore, cresce anche lo svolgimento del gas e succede una ebollizione calma e piuttosto lenta, mentre comincia a distillare del liquido dalla storta. Quando l'acqua del bicchiere divenne fortemente acida, si muta e si esamina coll'acido solfidrico affine di riconoscere se dia un precipitato di solfuro d'arsenico.

Allorchè nel pallone si raccolsero 50 c. c. circa di distillato si toglie per sostituirvene un altro e per esaminare il distillato, se precipiti del solfuro d'arsenico. Nel caso affermativo, il precipitato è di un bel giallo cedrino, il quale separato dal liquido si scioglie nell'ammoniaca.

Trovato l'arsenico, si lasciano raffreddare il bagno e la storta per indi trasportare questa nel solito fornello di distillazione dell'acido solforico; distillazione che dev'essere condotta con fuoco regolato, e fino ad avere ricuperato all'incirca i 300 c. c. di acqua aggiunti per la diluzione. Durante questo secondo periodo del distillare si raccoglierà frazionatamente il liquido che passa, e qualora si giunga ad ottenere l'ultimo che non reagisce punto coll'acido solfidrico, si può essere certi che tutto l'arsenico fu svolto, che successivamente l'interno della storta fu lavato dal liquido che passò per ultimo, per cui si può continuare innanzi, raccogliendo in disparte tutto l'acido che distilla.

Talvolta succede che durante la distillazione si forma per un certo tempo dell'acido solforoso, il quale può derivare dallo stesso acido solforico, se contiene un poco di qualche acido politionico, come avviene quando fu trattato coll'acido solfidrico od un solfuro, od un poco di materia organica introdotta comunque sia nell'acido medesimo.

In tal caso l'acido solfidrico fornisce un precipitato bianchiccio di solfo quando nello stillato si cerca il solfuro d'arsenico; se ciò accade, fa duopo lasciar deporre quel leggero sedimento, lavarlo, trattarlo con ammoniaca, evaporare questa, aggiungere nell'ultimo della evaporazione una certa quantità di acido nitrico ecc., in breve procedere nel modo opportuno per riconoscere se l'ammoniaca sciolse traccie di solfuro d'arsenico, e sperimentare il prodotto dell'ossidazione nitrica in un piccolo apparecchietto di Marsh con circa 25 grammi di zinco puro. Qualora non appaiano contrassegni di anello arsenicale, si è certi che il precipitato bianchiccio era di solfo unicamente.

Avverto che quando si fa la reazione coll'acido solfidrico sulle ultime porzioni del distillato, ch'è di acido solforico diluito, giova aggiungervi mezzo volume all'incirca di acido cloridrico, acciò si ingeneri più sollecitamente e compiutamente il solfuro di arsenico.

Le proporzioni notate più addietro tra l'acido da esplorare, l'acqua e il cloruro di piombo, sono quelle che mi risultarono più convenienti e che desunsi da prove comparative.

Se l'acido solforico fosse troppo arsenicale, come il grezzo del commercio, in allora una distillazione quale fu descritta, non basterebbe per togliere tutto l'arsenico, e dovrebbesi farne succedere una seconda, con che suole rimanere scevro del metalloide venefico. Ma torna meglio che si diluisca con un volume di acqua, vi si gorgogli dell'acido solfidrico fino a saturazione, operando a freddo, si lasci ben sedimentare, si decanti dal sedimento, si versi in una cassula di porcellana e si scaldi ad espellere l'eccedenza dell'acido solfidrico ed a concentrarlo ad un terzo del volume, affinchè tra l'acido e l'acqua aggiunta rimanga la proporzione di 10 a 3, indi si lasci in quiete per 24 ore e si decanti da quel poco di posatura che si fosse formata. Dopo ciò si versa nella storta col cloruro di piombo, e si opera come già sappiamo.

Volatilità dell'acido arsenico sciolto nell'acido solforico, quando si distilla.

In sul principio io dissi che curando di disarsenicare l'acido solforico molto ricco d'arsenico con uno degli ossidanti indicati, non vi riuscii che raramente in due operazioni, e per lo più ne occorsero tre. Ciò mi fece sospettare che l'acido arsenico non sia poi tanto fisso quanto si assevera dagli autori, e che datane una certa quantità, passi in parte coll'acido solforico nel distillare. Affine di riconoscere se la mia congettura si apponesse o no al vero, introdussi 200 grammi di acido solforico, di purezza sperimentata, con 2 decigrammi di arseniato di soda, privo assolutamente di arsenito, e distillai fino a circa tre quarti.

L'acido raccolto venne diluito con 2 vol. di acq., lasciato raffreddare ed aggiuntovi acido solfidrico in soluzione. Nulla si manifestò in sul principio: scorsa circa

mezz'ora, incominciò ad apparire un lieve intorbidamento bianchiccio, che venne crescendo col tempo ed incominciò dopo un paio d'ore ad assumere un lieve gialliccio.

Ponendo allora il recipiente in bagno intiepidito a 40°, il precipitato crebbe e divenne di un bel cedrino, deponendosi a poco a poco in fiocchi ben distinti, i quali raccolti su feltro e lavati si sciolsero compiutamente nell' ammoniaca; segno che erano di pentasolfuro e non di un misto di trisulfuro e di solfo. Una soluzione di arseniato di soda inacidita fortemente con acido solforico si comportò in modo uguale, ed i fiocchi che fornì di solfuro furono sciolti per intero nell'ammoniaca; l'acido arsenioso, come è noto, reagisce immediatamente coll'acido solfidrico.

Desiderando di sapere quale fosse la proporzione approssimativa tra l'acido arsenico che passò nella distillazione e quello che rimase nella storta, presi 25 c. c. dell'uno e dell' altro, li diluii con 2 vol. d' acqua, aggiunsi in ambedue dell'acido cloridrico e poi dell'acido solfidrico e li tenni in bagno maria a 40° per alcune ore, fino a tanto che si fosse deposto il solfuro d'arsenico. Raccolti i due precipitati su due feltri pesati, li lavai accuratamente, li seccai e ricavai dall'acido distillato grammi 0,005 di solfuro, e per quello rimasto nella storta 0,059 di solfuro.

Da questo potei verificare quale sia la proporzione dell'acido arsenico che rimane fissa e quale quella che distilla coll'acido solforico.

Suppongasi un acido solforico arsenicale, già sottoposto all'azione ossidante e messo a distillare; le prime porzioni che passano, potranno anche essere scevre di acido arsenico, se questo è in tenue quantità; ma le successive passeranno traendone con sè di mano in mano che l'acido concentrandosi arrivi al punto in cui renda tanto arsenicale la parte non distillata, che il vapore solforico incominci a trasportarne in distillazione. Da ciò si spiega come replicando due o tre volte l'operazione cogli ossidanti, si finisca per ottenere dell'acido solforico puro, supposto sempre che non si spinga la distillazione fino quasi a secco.

Il processo degli ossidanti può qualche volta fallire se nel caricare la storta, o questa non sia perfettamente nettata dal pulviscolo interno o vi si intrometta per disattenzione un qualche poco di materia organica; in allora l'acido solforico reagendo con essa dà origine ad acido solforoso, il quale proporzionatamente riduce l'acido arsenico in acido arsenioso che tosto passa coll'acido solforico.

Osservazione sull' acido arsenioso sciolto nell' acido solforico e scaldato.

Sembra che il calore produca una combinazione speciale tra gli acidi dell'arsenico e l'acido solforico; ciò mi pare certo, almeno per l'anidride arseniosa. Avendone sciolto due centigrammi in 20 c. c. di acido solforico concentrato, divisi l'acido in due parti uguali, diluii l'una e l'altra con due volumi di acqua, e ne posi una ad evaporare in cassula di porcellana fino all'apparizione di fumi bianchi, poi le diedi tempo di raffreddarsi e rinnovai la diluzione e la concentrazione. Tale prova era diretta a chiarirmi se durante il concentrare di un acido solforico arsenifero avvenisse o no perdita di arsenico.

Diluita di nuovo la parte che era stata scaldata due volte, vi aggiunsi, dopo il raffreddamento, due volumi di soluzione solfidrica, e il simile feci nell'altra parte

su cui non aveva operato. Si produsse un precipitato giallo in ambedue. Per accelelare e rendere più compiuta la precipitazione, immersi i due recipienti in bagno che tenni a 40°. Nella prima parte, cioè la scaldata, il precipitato non si depose che parzialmente, il liquido rimase giallo come suol essere del solfidrato di trisolfuro di arsenico e tale attraversò il feltro; nell'altra si depose sollecitamente e compiutamente. Aggiunsi alla prima dell'acido cloridrico, senza ottenere migliore effetto; nel giorno seguente, tuttavia, tutto il solfuro vi si era già deposto.

Questo fatto sembra una prova di quanto dissi di sopra, che il calore stringa in combinazione l'anidride arseniosa coll'acido solforico onde il modo speciale di comportarsi coll'acido solfidrico.

Reattivo per l'acido arsenioso quando è in un liquido carico di acido solforoso.

In alcune ricerche che feci per conoscere la ragione, onde il gas solfidrico impedisce che il vapore di fosforo appaia luminoso, osservai che nell'azione simultanea tra l'aria, il detto vapore e il detto gas, precipita del solfo libero, e contemporaneamente si forma un prodotto acido contenente dello solfo, e che reagisce come se andasse svolgendo dell'acido solfidrico. Mi son giovato di tale prodotto per precipitare l'acido arsenioso in presenza dell'acido solforoso, come suol essere comunemente quando si estrae l'arsenico dai visceri col processo che descrissi nella Memoria precedente [1].

Si prepara prendendo un pallone della capacità di due litri e mezzo circa, vi si versa un mezzo litro di soluzione satura di acido solfidrico, indi vi si fa discendere fino alla metà circa della capacità un pezzo di fosforo sostenuto da una rete di platino, attaccata ad un uncinetto dello stesso metallo e portato da un tappo di gomma elastica, che deve chiudere con esattezza il collo del recipiente. Se la temperatura ambiente è al di sotto di 20°, conviene che il pallone si tenga al di sopra di una stufa, di guisa che il liquido rimanga intiepidito tra 20° e 30°. Si vedono immediatamente discendere dal fosforo fumi bianchi e densi che cadono al fondo. Quando cessano di manifestarsi si agita alquanto il liquido con che si rinnovano, e se non ne avviene la rinnovazione, si stura, si dibatte alquanto acciò entri dell'aria e si rinchiude. La soluzione solfidrica incomincia a intorbidarsi e si va deponendo del solfo in polvere finissima e di un bianco gialliccio.

Fa duopo continuare nella maniera descritta fino a tanto che tutto l'acido solfidrico sia decomposto, al che occorrono da 15 a 20 giorni.

Si filtra il liquido, che talvolta esala ancora un poco l'odore dell'acido solfidrico, ma che perde in breve versandolo in cassula di porcellana e ponendolo su bagno maria a temperatura di 35° a 40° e non altro.

Questo liquido è limpido, acidissimo, pressochè inodoro e possiede la proprietà di fornire un precipitato bruno ed immediato col nitrato d'argento, precipitati bianchicci e che poi imbrunano con altri sali metallici; non precipita immediatamente

[1] *Di un processo delicato e sicuro per la ricerca tossicologica dell'arsenico* ecc. Seduta del 5 gennaio 1879 della R. Accademia de' Lincei.

colla soluzione acquosa di acido arsenioso o con quella di tartaro emetico, se non che, trascorsi alcuni minuti, incomincia ad ingiallirle e poscia a poco a poco crescendo l'ingiallimento, vi fa deporre de' fiocchi, dalla prima di un bel cedrino, e dalla seconda di una tinta aranciona.

Occorrono parecchie ore perchè la precipitazione sia a termine; se la quantità del reattivo fu sufficiente, tutto l'arsenico e tutto l'antimonio rimangono convertiti in solfuri.

Quando alla soluzione arseniosa si aggiunge dell'acido cloridrico, la reazione avviene più sollecita, e se si aggiunge ancora dell'acido solforoso, questo non la turba.

L'acido cloridrico alquanto diluito e contenente dell'acido solforoso, trattato col reattivo, non dà che un lieve intorbidamento bianco anche a termine di più ore, con che si vede che il composto solforato trovandosi in mescolanza coll'acido arsenioso e l'acido solforoso ad un tempo, agisce di preferenza sul primo.

Volli anche sperimentare come si comporti coll'acido arsenico. Sciolti 2 centigr. circa di arseniato di soda puro, che diluii in 10 c. c. d'acqua e inacidii con 2 o 3 goccie di acido solforico diluito, cioè fino ad acidità ben manifesta, indi vi sovraffusi un doppio volume del reattivo; mescolai in campanella che chiusi con tappo di sovero. Dapprima nulla apparve; scorsa mezz'ora circa incominciò un leggero opalinamento bianco, il quale andò crescendo con grande lentezza; quattr'ore dopo nulla si era deposto, e la materia bianchiccia appariva di pochissimo conto.

Nel giorno susseguente, cioè 17 ore dopo, si era deposto un tenue sedimento gialliccio, del colore giallo chiaro del solfo, non del giallo cedrino più carico del solfuro di arsenico. Feltrai il liquido e lo riversai nella sua campanella, già sciacquata, lasciandolo per vedere se si intorbidasse; nulla avvenne, almeno per più ore.

Lavai il tenue precipitato sul feltro fino a che l'acqua passasse senza più nulla trasportare e indi vi versai dell'ammoniaca diluita raccogliendo a parte il feltrato ammoniacale. Il precipitato che era sul feltro non mostrò sensibilmente di diminuire; nondimeno evaporai l'ammoniaca per riconoscere se avesse sciolto del solfuro d'arsenico, e di fatto ve ne riscontrai una piccolissima proporzione, sufficiente tuttavia per fornire la nota reazione col nitrato di argento ammoniacale.

Da ciò emerge che il reattivo indicato non potrebbesi adoperare, come aveva sperato, per la separazione precisa dell'acido arsenioso dall'acido arsenico.

Tentai di preparare questo reattivo con maggiore sollecitudine e con speranza che fosse più uniforme tra una preparazione e l'altra disponendo un apparecchio, nel quale da due canne, entravano, dall'una dell'aria atmosferica e dall'altra del gas solfidrico, in altra maggiore contenente del fosforo, facendo gorgogliare il misto gazoso e fumoso in una boccia con acqua stillata; ma nulla altro ottenni, tranne che del solfo deposto ed una soluzione di acido fosfatico con eccesso di acido solfidrico.

Il reattivo non dura perfettamente inalterato come sarebbe da desiderare, perchè col tempo incomincia a svolgere dell'idrogeno solforato, e sembra con assorbimento di ossigeno.

Avendone in un pallone da tre mesi ed a chiusura perfetta con buon sovero, nell'atto in cui lo sturai diede quel rumore come quando l'aria entra in un vuoto parziale, quantunque la temperatura ambiente fosse più elevata, dacchè era stato

preparato nel dicembre. Esalava odore d'acido solfidrico, ma leggiero; versatone in una cassula di porcellana e scaldato tra 35° e 40°, l'odore solfidrico svanì in breve; ciò non ostante produceva le solite reazioni nei composti arsenicali, tranne che dava coll'acido arsenioso un ingiallimento subitaneo. In allora lo distribuii, per meglio conservarlo, entro saggiuoli di lungo collo, che furono chiusi a lampada.

Solubilità dell'anidride arseniosa in diversi liquidi.

Alle volte in tossicologia occorre di sapere se l'acido arsenioso sia solubile o no nei diversi liquidi che si adoprano per gli esaurimenti dei visceri sottoposti a perizia; se non che non altro si conosce che la sua solubilità nell'acqua e nell'alcole. Per conto mio e dei miei colleghi reputai non essere inutile di spingere alquanto più innanzi le indagini e di cercare quale sia la sua solubilità:

1° nell'etere;
2° nell'alcole metilico;
3° nell'alcole amilico;
4° nel cloroformio;
5° nella benzina;
6° negli eteri leggeri del petrolio;
7° nell'essenza di trementina.

Ristrinsi le mie indagini per l'anidride arseniosa porcellanica, dacchè notai che parecchi dei solventi nominati, se rimangono in contatto per qualche ora colla vetrosa, la convertono con più o meno di sollecitudine nella varietà precedente, onde non si saprebbe ben discernere, se quella che si sciolse, sia o di una sola delle varietà o di un misto d'ambedue.

L'influenza trasformatrice di ciascuno dei liquidi mentovati è argomento abbastanza curioso da meritare uno studio speciale, che feci già in parte e che mi propongo di compiere.

Per determinare la solubilità dell'anidride porcellanica nei diversi solventi, ne feci digerire una certa quantità con ciascuno di essi, per 24 ore, a temperatura ordinaria, che segnava nel termometro 17°, indi filtrai ciascun liquido, ne misurai 15 c. c. che poscia trattai diversamente, a seconda della natura del medesimo.

15 c. c. della soluzione eterea evaporata a blanda temperatura in cassulina di porcellana mi fornirono grammi 0,003 di residuo, ossia di anidride arseniosa, per cui la sua solubilità nell'etere si ragguaglia a grammi 0,02 per $^0/_0$.

Premevami rispetto all'etere di verificare se esso, non ostante la sua poca azione sciogliente, fosse capace nondimeno d'impadronirsi di una parte di anidride arseniosa sciolta nell'acqua.

Ad una soluzione acquosa e feltrata dell'anidride, che ne conteneva 0,73 per $^0/_0$, aggiunsi un volume di etere e dibattei più volte: decantai l'etere, lo feltrai, ne misurai 15 c. c., che posi ad evaporare. Il residuo ripreso con acido cloridrico alquanto diluito e poi con acido solfidrico, si tinse immediatamente d'un bel giallo, dando quasi subito dopo un precipitato fioccoso di trisolfuro d'arsenico.

Ripetei per sette volte il trattamento etereo sulla medesima soluzione acquosa

dell'anidride arseniosa, dopo di avere decantato l'etere precedente, se non che dalla terza operazione alla settima raddoppiai il volume dell'etere. Da ciascuno dei detti liquidi eterei ottenni sempre dell'anidride arseniosa.

Ma ciò che fu più singolare mi par questo, che avendo misurato 10 c. c. dell'etere del secondo, terzo, quinto e settimo trattamento, ebbi da ciascuno per residuo 1 milligr. di anidride arseniosa.

Siccome l'etere venne portando via sempre la stessa proporzione di anidride dal liquido acquoso, perciò è presumibile che forse sarebbesi giunto, ripetendo più e più volte ancora i trattamenti, a sottrarvela quasi del tutto, come avviene per certi alcaloidi, i quali sebbene più solubili nell'acqua che nell'etere, nondimeno possono togliersi quasi compiutamente dalla soluzione acquosa, rinnovando parecchie volte il solvente etereo.

Ciò dimostra che non tornerebbe conto trattare coll'etere dei liquidi lievemente inaciditi, particolarmente con un acido debole, quando si teme che contengano un arsenito; ma si può procedere con maggiore tranquillità se l'inacidimento è manifesto, e particolarmente se fatto coll'acido solforico o coll'acido tartarico, avendo trovato che la soluzione acquosa della detta anidride quando sia stata inacidita con uno dei due fino a reazione acida bene spiegata, nulla più cede per quanto si dibatta coll'etere.

Coll'acido cloridrico, l'effetto è meno sicuro, dacchè avendo operato pure col medesimo, l'etere s'impadronì di una tenue quantità di arsenico, e ciò forse per essere il tricloruro del medesimo alquanto solubile in quel veicolo.

Venendo agli altri liquidi dirò che da 15 c. c. di alcole metilico rimasero dopo l'evaporazione 5 milligr. di anidride arseniosa, e da 15 c. c. di cloroformio, 3 milligr.

Rispetto all'alcole amilico non potei procedere col metodo semplicissimo usato per gli altri solventi, essendomi avveduto che il detto alcole, sebbene purissimo, nondimeno nell'evaporare lasciava qualche cosa di soprappiù della sola anidride arseniosa. Procedetti invece esaurendone 15 c. c. dall'anidride disciolta col dibatterlo per tre volte con un volume di acqua inacidita dall'acido cloridrico, unendo insieme i 45 c. c. dell'acqua acida che precipitai coll'acido solfidrico, poi raccogliendo sul feltro il solfuro che lavai ripetutamente, e che, seccato e pesato, fu di 6 milligrammi corrispondenti a 0,0048 di anidride arseniosa.

L'essenza di trementina sciolse pochissimo dell'anidride porcellanica; meno ancora il benzolo e l'etere leggero del petrolio; i due ultimi, si può dire, una traccia appena apprezzabile; tuttavolta la detta essenza scioglie in copia discreta l'anidride vetrosa. Di fatto, avendovi posto in digestione di questa anidride, poi feltrati e dibattuti 15 c. c. dell' essenza con acqua cloridrica, questa n' estrasse tanto da produrre 0,0125 di trisolfuro di arsenico.

CONCLUSIONI.

1. L'acido solforico quale il commercio fornisce colla qualifica di purissimo e quale anche si purifica nel proprio laboratorio con l'acido solfidrico od i solfuri o cogli ossidanti, non può ritenersi scevro totalmente di arsenico quand'anche non ne dia contrassegno coll'apparecchio di Marsh provandolo nel modo consueto.

2. Per essere perfettamente sicuri che fu disarsenicato in modo assoluto, fa d'uopo sperimentarne almeno 1 chilogramma.

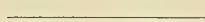
3. Per eseguire tale assaggio giova la distillazione del medesimo col cloruro di piombo, dopo di averlo diluito, per 1 chilogr. con 300 gr. di acqua, cercando se i primi prodotti della distillazione reagiscano coll'acido solfidrico.

4. Il cloruro di piombo può servire utilmente per l'ultima purificazione dell'acido solforico dopo che fu disarsenicato in gran parte col mezzo dell'acido solfidrico.

5. L'acido arsenico quand'è contenuto nell'acido solforico non è tanto fisso quanto si crede, dacchè $^1/_{12}$ di esso passa nella distillazione insieme coll'acido in cui è sciolto.

6. Facendo reagire insieme il vapor di fosforo, l'aria e il gas solfidrico con acqua sottoposta, si ottiene un reattivo che precipita l'acido arsenioso in istato di solfuro, quand'anco vi sia acido solforoso in abbondanza nella soluzione arsenicale, senza che decomponga palesemente l'acido solforoso.

7. L'alcole metilico, l'alcole amilico, l'etere e il cloroformio sciolgono discretamente l'anidride arseniosa porcellanica, l'essenza di trementina, la benzina e gli eteri leggeri del petrolio ne sciolgono tracce appena, l'essenza di trementina però scioglie l'anidride vetrosa.

8. L'etere dibattuto con acqua contenente dell'anidride arseniosa in soluzione ne porta via una quantità corrispondente ad 1 milligr. per 15 c. c.; se la soluzione acquosa dell'anidride fu inacidita coll'acido cloridrico ne porta via assai meno; se fu inacidita coll'acido solforico o coll'acido tartarico cessa di portarne via.

Ricerche intorno all' intima tessitura del Cervello dei Teleostei.

Memoria del dott. G. BELLONCI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 4 maggio 1879.

(Lavoro eseguito nel Laboratorio di Zoologia della r. Università di Bologna)

INTRODUZIONE

Dopo tante ricerche fatte intorno alla morfologia e all' intima tessitura del cervello dei pesci, i principali problemi posti su questo argomento fin dai tempi di Cuvier rimangono insoluti.

I primi tentativi di esame strutturale, fatti da Vulpian (1864) e da Baudelot (1865), riuscirono già a dimostrare che i così detti *tubercoli ottici*, creduti da molti omologhi ai corpi quadrigemini, fanno parte del cervelletto. Ma ciò era facile. Tutte le altre quistioni, piuttostochè risolute, vennero complicate dalle ulteriori ricerche: il punto più importante per la determinazione delle omologie, cioè la struttura e il significato dei *lobi ottici*, rimase un' incognita.

Ecco in breve, i risultati delle osservazioni più importanti su questo punto essenziale:

Stieda [1] ritiene che le fibre longitudinali del *tetto ottico* abbiano origine dalla regione a questo sottostante (*pars peduncularis*) e, insieme ad un fascio di fibre da questa regione direttamente proveniente, vadano a formare il nervo ottico. Egli ignora però da quali cellule partano tutte queste fibre.

Miklucho-Maclay [2], fondandosi sopra ricerche embriologiche, è giunto alla conclusione che la parte del cervello dei pesci che da tutti era stata ritenuta omologa al cervelletto rappresenta i corpi quadrigemini, mentre i lobi ottici rappresentano il *cervello intermedio* (Zwischenhirn). Ma un esame istologico anche superficiale dimostra la falsità di questa opinione.

Viault [3] afferma che le fibre del tratto ottico, nei Plagiostomi, provengono dal *tetto ottico*; ma non dà nessuna determinazione precisa della loro origine e della struttura del *tetto ottico*.

[1] *Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische*, von Dr. L. Stieda (Zeitschrift f. wiss. Zool. XVIII Bd., 1867).

[2] *Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Gehirnes*, von Miklucho-Maclay (Jenaische Zeitschrift für Med. und Naturwiss. Bd. IV, 1868).

[3] *Recherches histologiques sur la structure des centres nerveux des Plagiostomes*, par M. le Dr. F. Viault (Archives de Zoologie exp. T. V, 1876).

Rohon [1], nei Selacei, indica il tratto ottico nella parte superiore e interna del *tetto ottico*, ma ne ignora l'origine.

Fritsch [2], per ultimo, s'allontana, nel modo di considerare i lobi ottici, da tutti gli altri anatomici. Egli ammette che l'origine del nervo ottico dal tetto è, in massima parte, soltanto apparente e che le principali radici ottiche si trovano sotto al tetto, in quelle parti che chiama talami ottici e corpi quadrigemini. Il tetto è, per lui, una formazione speciale del cervello intermedio, paragonabile alla corteccia cerebrale dei vertebrati superiori. Ma egli non aggiunge nulla alle cognizioni sull'intima tessitura di questa regione, i cui rapporti rimangono ignoti.

Dopo un esame accurato del lavoro di Fritsch, non ho potuto convincermi della verità di ciò che egli asserisce.

Finora dunque nessuno ha realmente dimostrato quale sia l'origine e il cammino delle fibre del nervo ottico. Inoltre, l'intima tessitura del tetto ottico e delle altre parti del cervello dei pesci rimane oscurissima. Quanto al primo punto, le opinioni sono molto disparate e le determinazioni esatte mancano assolutamente; quanto al secondo, si può dire che sappiamo soltanto qualche cosa sulla topografia istologica.

Io mi sono proposto anzitutto di esaminare accuratamente la disposizione degli elementi nel cervello dei Teleostei; ed ho preso come tipo il cervello del *Lepadogaster Gouanii*, in cui i fasci di fibre decorrono con una relativa semplicità. Per questo scopo, l'indurimento coll'alcool o col bicromato di potassa e la colorazione coll'ematossilina o col carminio è metodo eccellente.

Ho poi cercato di risolvere le difficili quistioni relative alla natura ed ai rapporti degli elementi nervosi; senza di che gli stessi problemi morfologici vengono spostati, ma non risoluti. A questo scopo ho fatto indurire i cervelli tenendoli immersi durante 24 o 48 ore in una soluzione di acido osmico $\frac{1}{500 \text{ a } 1000}$, indi ho fatto le sezioni e le ho colorate o coll'ematossilina o col picrocarminio. Questo è il solo metodo che mi abbia dato ottimi risultati: quello di Golgi, finora, non mi è riuscito.

Per l'esame degli elementi isolati, ho usato il metodo delle iniezioni interstiziali di acido osmico $\frac{1}{100}$ e della dissociazione successiva nel Jodserum.

Le specie da me adoperate per queste ricerche sono il *Carassius auratus* e la *Tinca vulgaris*.

I. Tetto ottico.

Le fibre del nervo ottico hanno origine esclusivamente dalle fibre dello strato esterno del tetto ottico. Ho potuto dimostrare questo fatto nel *Lepadogaster*, in maniera chiara e indubitata, specialmente colle sezioni longitudinali verticali e orizzontali (tav. I, fig. 5, fig. 6; tav. II, fig. 2).

[1] *Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier.* von J. V. Rohon (Denkschriften der kaiserl. Akademie d. Wiss. 38 Bd. 1878).

[2] *Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns, mit besonderer Berücksichtigung der Homologien bei anderen Wirbelthierklassen*, von G. Fritsch. Berlin 1878.

Le ondulazioni e gl' intrecci che queste fibre presentano, segnatamente nelle altre specie di pesci, avranno tratto in errore Fritsch.

Qual'è dunque l'origine delle fibre dello strato esterno del tetto ottico?

Le cellule dello strato interno del tetto ottico hanno dei lunghi prolungamenti che si dirigono allo strato esterno, lo raggiungono e vi forman rete; dalla quale hanno origine le fibre di questo strato (tav. III; tav. IV; tav. VI, fig. 1).

Adunque, il primo centro di riflessione delle impressioni luminose è lo strato cellulare interno del tetto ottico.

Si possono distinguere nel tetto ottico della *Tinca* ben 14 strati, che enumero cominciando dall' interno (tav. III):

1. Epitelio cilindrico vibratile.

2. Tessuto connettivo vascolare.

3. Rete protoplasmatica.

4. Cellule nervose grosse, con prolungamenti centrali che si perdono nella rete testè nominata e con un prolungamento periferico diretto all' esterno. Queste cellule, che sono disposte in una sola serie, dopo l'azione dell'acido osmico, si colorano poco col picrocarminio.

5. Cellule nervose piccole (diametro = mm. 0,01), il cui corpo è ridotto ad un sottile strato di protoplasma, situato all' apice periferico. Il loro nucleo, perfettamente rotondo e poco rifrangente, anche dopo l'azione prolungata dell'acido osmico, si colora intensamente col picrocarminio. Queste cellule, che io per semplicità ho rappresentato disposte in una sola serie, sono per lo più sparse anche nello strato che segue, e lo formano esse sole, nell'orlo del tetto.

6. Cellule piccole, piriformi, col corpo un po' più sviluppato di quelle or ora descritte (d. = mm. 0,01). Sono molto rifrangenti, e, dopo l'azione dell'acido osmico, si colorano poco col picrocarminio. Esse formano un grosso strato ed hanno un prolungamento evidentissimo che va a formar rete nella regione esterna del tetto.

7. Fibre midollari, provenienti dai peduncoli cerebrali e dal *torus semicircularis.*

8. Rete nervosa in rapporto colle fibre dello strato precedente.

9. Questo è lo strato più grosso ed è attraversato dai prolungamenti delle cellule, degli strati sottostanti; d' onde l'apparenza di striatura che fu già notata da Stieda [1], ma fu da lui attribuita ai prolungamenti di cellule della nevroglia (*Grundsubstanz*), sparse in questo strato. Veramente queste cellule, che spesso mi apparirono fusiformi, esistono; ma non posso dire se siano nervose o connettive: assomigliano a quelle del 5.° strato.

Questo strato è inoltre attraversato da una rete nervosa, che congiunge quella dell' 8° con quella del 10° strato e da molti capillari sanguigni.

10. Rete nervosa fittissima che ha origine dai prolungamenti delle cellule degli strati interni.

11. Fibre midollari parallele alla superficie del tetto ottico e, in gran numero, longitudinali.

12. Rete finissima, la cui natura non è ben definita.

[1] L. c. p. 40.

13. Cellule di dubbia natura, ma molto simili a quelle del 5° strato.

14. Tessuto connettivo vascolare posto immediatamente sotto la pia madre.

Io credo di avere così risoluto il problema fondamentale della struttura del cervello dei pesci. Ora mi propongo di esaminare con ordine la struttura dei varî lobi encefalici.

II. Emisferi cerebrali.

Le fibre che penetrano negli emisferi cerebrali hanno origine dai *Lobi centrali* (così chiamo, per semplicità di descrizione, la porzione dei lobi ottici che rimane sotto al tetto) e dai *Lobi inferiori*. Queste fibre si spandono nell'interno degli emisferi, formando un ventaglio e molte di esse si risolvono in una rete.

Le cellule si possono distinguere in tre specie:

1. Cellule piccole della periferia (d. = mm. 0,005) ridotte quasi al solo nucleo, che è poco rifrangente e che, anche dopo l'azione prolungata dell'acido osmico, si colora intensamente col picrocarminio. Esse hanno un prolungamento esilissimo diretto all'interno.

2. Cellule multipolari, con un corpo bene sviluppato, attorno al quale rimane uno spazio chiaro, circolare (*Hof*). Sono pallidissime e il loro nucleo, poco rifrangente, si colora bene col picrocarminio, anche dopo l'azione dell'acido osmico. Esse si trovano in maggior numero immediatamente sotto lo strato corticale, ma sono sparse anche nell'interno degli emisferi.

3. Cellule grosse (il loro diametro, nella *Tinca,* può giungere a mm. 0,023) multipolari o fusiformi, che hanno la proprietà di ridurre l'acido osmico e quindi, dopo l'azione prolungata di questo reagente, appariscono nerastre e non si colorano più col picrocarminio, o prendono soltanto una tinta giallo-ranciata. Se, dopo averli tenuti nella soluzione $\frac{1}{1000}$ di acido osmico, si mettono gli emisferi nell'alcool a 36° e vi si conservano per molti giorni, queste cellule diventano addirittura nere; ed allora si distinguono con facilità i loro prolungamenti. Alcuni di questi prolungamenti sono protoplasmatici, si dividono e vanno a formar rete. Un prolungamento di ognuna di queste cellule, più sottile degli altri rimane per lungo tratto indiviso: è il processo cilindro-assile.

Riesce difficilissimo, in questa parte del cervello, vedere il rapporto delle fibre colle cellule. Tuttavia egli è certo che molti fasci di fibre si risolvono in una finissima rete, che si trova sotto lo strato corticale. E siccome le piccole cellule di questo strato hanno un sottile prolungamento, così è quasi certo che per mezzo di questo esse si pongono in connessione colla rete nervosa. Questa rete poi si unisce con quella formata dai processi protoplasmatici delle grosse cellule centrali. Sembra invece che da queste grosse cellule, che hanno la proprietà di annerire per l'azione dell'acido osmico, parta un prolungamento cilindro assile indiviso che formi la fibra nervosa. Difatti, ho veduto, da una parte, i fasci di fibre dividersi in fascetti minori verso la regione centrale degli emisferi, senza risolversi in rete; d'altra parte, ho potuto seguire, per un certo tratto, il cilindro assile indiviso delle cellule grosse, avente la

direzione dei fasci di fibre. Ma non mi è mai riuscito di vedere con chiarezza il processo cilindro assile formare direttamente la fibra nervosa.

Nella regione posteriore inferiore degli emisferi si trova una commissura (tav. II, fig. 4 *c e*.)

I Bulbi olfattorii, nel *Lepadogaster*, presentano soltanto delle piccole cellule alla periferia, analoghe a quelle dello strato corticale degli emisferi.

III. Lobi ottici.

Risoluto il problema del tetto ottico, la struttura dei lobi ottici diventa facile a decifrare.

Alla parte anteriore del tetto ottico, esternamente al nervo ottico, si trova un gruppo di cellule piccole (*corpo genicolato esterno* di Fritsch); e, ancora alla parte anteriore, ma nella spessezza del tetto, si trova un gruppo di cellule grosse e col corpo ben sviluppato (*nucleo corticale* di Fritsch). Alcuni fasci di fibre, provenienti dai *lobi centrali*, vanno a questi gruppi di cellule, di cui ignoro il rapporto colle fibre del nervo ottico. Posso tuttavia dire che non ho mai veduto alcun fascio di fibre del nervo ottico mettersi in rapporto con questi gruppi cellulari; i quali, probabilmente, si uniscono per mezzo di processi protoplasmatici alla rete nervosa del tetto.

Nei lobi ottici dei *Teleostei* si trova un apparato ganglionare, che finora fu incompletamente descritto e che ha tuttavia un' importanza somma. Esso è costituito, nel *Lepadogaster*, dalle due masse cellulari indicate dagli anatomici col nome di *torus longitudinalis* e da due altre masse cellulari ovoidi, situate anteriormente alle prime e in mezzo alle quali si trova la glandula pineale (tav. I, fig. 3, fig. 7; tav. II, fig. 1, fig. 2, fig. 5 *l. gl.*). Queste quattro masse sono in continuazione fra loro, colle cellule dello strato interno del tetto ottico e colle piccole cellule della regione anteriore o talamica dei *lobi centrali*, a cui sono unite anche per mezzo di sottilissime fibre. Queste masse sono formate di piccole cellule, o meglio nuclei (poichè il corpo manca quasi totalmente), simili a quelli del 5° strato del tetto ottico. Nel loro interno si trova una finissima rete nervosa, ove si perdono i processi cellulari. Per mezzo di questa rete, esse si mettono in connessione colle cellule del tetto ottico. D'altra parte la regione talamica dei lobi centrali invia un fascio di fibre agli emisferi cerebrali ed un altro ai lobi inferiori.

Tutto questo apparato rappresenterebbe adunque il secondo centro di riflessione delle impressioni luminose; le quali verrebbero riflesse in terzo grado negli emisferi cerebrali e nei lobi inferiori, centri di riflessione di tutte le impressioni sensibili.

Non ho mai potuto vedere alcuna unione diretta fra il tetto ottico e gli emisferi cerebrali.

La *glandula pineale*, che si trova nella parte superiore del cervello, fra i lobi ottici e gli emisferi, è formata di due parti: una anteriore, l'altra posteriore. La parte anteriore (tav. I, fig. 7 *s*) è una cavità vestita di epitelio cilindrico, entro la quale si aggomitola un vaso sanguigno. La parte posteriore (*gl*) è un sacco fusiforme, pieno di cellule di dubbia natura.

Le fibre della *corona radiata* (tav. IV *cr*) hanno origine dai lobi centrali e dai

peduncoli cerebrali. Esse in parte vanno a formar rete nel tetto ottico (8° strato), in parte formano la commissura trasversa (*c*) situata al disopra del *torus longitudinalis* (strato trasversale di Stieda) e in parte si distribuiscono alle cellule della regione anteriore del tetto ottico (fibre longitudinali interne di Stieda).

Nei *lobi centrali* (tav. IV *Lc*) si trovano dei gruppi di cellule grosse, le quali, per l'azione prolungata dell'acido osmico anneriscono. Alcune di queste cellule ricevono le fibre dei peduncoli cerebrali, altre (*n. o*) danno origine alle fibre del nervo oculomotorio (III), altre alle fibre del patetico. Ognuna di queste cellule ha un prolungamento cilindro assile indiviso, che forma direttamente la fibra nervosa, e varî prolungamenti protoplasmatici che forman rete, dalla quale partono alcuni fasci di fibre che vanno al tetto ottico (*corona radiata*) ed altri che vanno ai lobi inferiori. Queste cellule, che, pei loro caratteri fisici e chimici, assomigliano a quelle che si trovano nell'interno degli emisferi, sono gli elementi centrali motori dei lobi ottici. I loro caratteri costanti sono i seguenti:

1. Corpo ben sviluppato.
2. Contorni netti.
3. Proprietà di ridurre l'acido osmico.

Ordinariamente queste cellule sono molto grosse (poichè alcune raggiungono il diametro di mm. 0,03), ma talune sono piccole.

Le fibre della *corona radiata* servono a connettere le impressioni luminose colle azioni motrici del cervello medio e posteriore.

Nella regione mediana inferiore dei lobi centrali, laddove essi si continuano coi lobi inferiori, si trova un gruppo rotondo di cellule piccole (*nucleo rotondo* di Fritsch) (tav. II, fig. 5 *Nr*). Da queste cellule parte un fascio di fibre, che vanno a distribuirsi alla regione superiore e anteriore dei lobi centrali. Un gruppo di cellule grosse sovrasta al nucleo rotondo e invia fibre ai lobi inferiori e alla parte superiore dei lobi centrali.

Tra i due nuclei rotondi comincia il *tuber cinereum*, il quale si protende indietro ed in basso tra i due lobi inferiori. Il *tuber cinereum* è formato esternamente di cellule piccole (nuclei) e internamente di cellule di grandezza media. Da esso parte un bel fascio di fibre che va agli emisferi.

Ignoro quale sia il rapporto fra le cellule piccole e le grosse in queste parti.

I sistemi di commissure trasverse nei lobi ottici sono tre:

1. Commissura già menzionata, sopra il *torus longitudinalis*.
2. Commissura anteriore-superiore dei lobi centrali.
3. Commissura inferiore-posteriore.

Da ultimo osserverò che in rispondenza dell'entrata del nervo oculomotore, due fasci di fibre peduncolari si incrociano: esse formano dipoi alcuni fasci della corona radiata.

IV. Lobi inferiori.

La struttura dei lobi inferiori (tav. IV *li*) è perfettamente simile a quella degli emisferi cerebrali.

Le fibre che penetrano in questi lobi si risolvono in una rete. Esse hanno origine dagli emisferi cerebrali e dai lobi centrali.

I lobi inferiori sono fra loro congiunti per mezzo di una commissura trasversa anteriore. In mezzo a loro s'attacca il sacco vascolare (tav. I, fig. 2 *sa*) e, posteriormente, l'ipofisi (*hy*).

V. Cervelletto.

Ho notato nel cervelletto della *Tinca* e specialmente nella *valvula cerebelli* due specie di mielociti:

1. Piccoli nuclei (D = 0,005) molto rifrangenti, che, dopo l'azione dell'acido osmico, si colorano poco col picrocarminio; sono circondati da un sottile strato di protoplasma ed hanno varî prolungamenti che si mettono in rapporto con una rete nervosa che copre tutto lo strato nucleare e proviene dalle fibre dei peduncoli cerebellari. Questi elementi formano la metà interna dello strato nucleare.

2. Nuclei molto più grossi dei precedenti (D = mm. 0,01), che rifrangono pochissimo la luce e che, anche dopo l'azione dell'acido osmico si colorano molto bene col picrocarminio; non sono circondati da uno strato di protoplasma, nè hanno prolungamenti visibili. Essi formano la metà esterna dello strato nucleare. Siccome questa metà è coperta essa pure dalla rete nervosa e i nuclei che vi si trovano sono di natura indubbiamente nervosa, così è probabile che questi abbiano un prolungamento esilissimo col quale si uniscano alla rete.

Queste due specie di mielociti corrispondono forse alle *Haematoxylin-Zellen* ed *Eosin-Zellen* di Denissenko (1). Come si vede, esse hanno i caratteri differenziali delle due specie di elementi piccoli del tetto ottico.

In mezzo ai mielociti ho pure osservato qualche cellula paragonabile a quelle che formano il 4° strato del tetto ottico.

Nella *valvula cerebelli* della *Tinca* e del *Carassius*, le cellule di Purkinje sono sparse in tutto lo strato molecolare; ma sono in maggior numero in prossimità dello strato nucleare (tav. IV). Nel resto del cervelletto queste cellule formano uno strato solo. Esse hanno, come le grosse cellule motrici, la proprietà di ridurre l'acido osmico.

Nello strato molecolare della *valvula cerebelli* si trova una rete nervosa, che si unisce a quella dello strato nucleare. In questa rete si perdono i processi protoplasmatici delle cellule di Purkinje. Nel resto del cervelletto, questi processi si dirigono all'esterno e danno allo strato molecolare un'apparenza di striatura; ma non si distingue nessuna rete.

(1) *Zur Frage über den Bau d. Kleinhirnrinde b. Wirbelth.* von G. Denissenko (Archiv für Mikros. Anatomie 14 Bd. II Heft 1877.

Le cellule di Purkinje assomigliano, per tutti i loro caratteri, alle grosse cellule della regione centrale degli emisferi e, in generale, alle cellule motrici.

Qual' è il rapporto del processo cilindro assile delle cellule di Purkinje colle fibre nervose?

Anche questa quistione rimane indecisa. È certo che molte fibre dei peduncoli cerebellari si risolvono nella rete che si trova nello strato nucleare; ma molte altre traversano questo strato senza formar rete e raggiungono le cellule di Purkinje, il cui prolungamento cilindro assile indiviso ha la loro stessa direzione.

Nei peduncoli cerebellari, che nascono dalla parte posteriore dei lobi centrali, non ho potuto distinguere i varî fascetti di fibre descritti da Fritsch.

Una stretta commissura del midollo allungato traversa lo strato nucleare del cervelletto nel *Lepadogaster*.

VI. Midollo allungato.

Non mi propongo di indicare i centri d'origine dei singoli nervi che nascono dal midollo allungato, ma semplicemente di descrivere i fatti principali dell'intima tessitura di quest'organo. Perciò ho preso ad esaminare la parte dove il midollo allungato raggiunge il suo massimo sviluppo, cioè il *Lobus nervi vagi* del *Carassius* (tav. V).

La parte esterna, superiore di ognuno dei lobi forma una copertura, analoga al tetto ottico e limitata internamente dalla radice sensitiva del vago (*X*). Essa ha alla periferia uno strato di piccole cellule (*c. s*), le quali sono formate di un nucleo poco rifrangente e d' un sottile strato di protoplasma: il nucleo, anche dopo l'azione prolungata dell'acido osmico, si colora intensamente col picrocarminio. I prolungamenti di queste cellule si uniscono ad una rete nervosa (*r*), posta immediatamente sotto lo strato cellulare. Da questa rete hanno origine i fasci di fibre che formano la radice sensitiva del vago.

La parte interna di ciascun lobo presenta dei cumuli di cellule grosse (D=mm.0,03) (*c. m*). Queste cellule hanno un corpo bene sviluppato e anneriscono per l'azione prolungata dell'acido osmico. Ciascuna di esse ha un processo indiviso che forma una fibra della radice motrice del vago (X′) e varî processi protoplasmatici che forman rete (R). Da questa rete partono dei fasci di fibre (*f*), che si risolvono in un' altra rete (*r′*), posta presso l' interna superficie della parte esterna del lobo. Le due reti (esterna ed interna) di questa parte sono fra loro unite per mezzo d' un' altra rete a maglie più larghe.

Nel centro del lobo si trovano le fibre dei peduncoli cerebrali (*p*, *p*); e nella sua parte inferiore alcune fibre commissurali.

Adunque le fibre sensitive nascono, per mezzo di rete, da cellule piccole (nuclei), che non anneriscono per l'azione prolungata dell'acido osmico; le fibre motrici nascono direttamente da cellule che hanno la proprietà di ridurre l'acido osmico.

Ho potuto verificare questo fatto per le radici del trigemino e per la radice dell'acustico.

VII. Elementi nervosi.

Ho già accennato ai caratteri differenziali delle diverse specie di elementi centrali: dirò di qualche particolarità della loro struttura.

Le cellule nervose grosse (tav. VI, fig. 3, 4, 5, 6, 10) presentano una rete con granulazioni, tanto nel corpo che nel nucleo.

Le cellule piccole, che sono quasi ridotte al solo nucleo, offrono in questo pure una rete bellissima (fig. 2, fig. 7).

Nelle cellule grosse, dopo l'iniezione interstiziale di acido osmico $\frac{1}{100}$ e la dissociazione nel Iodserum, si vede una linea molto rifrangente, che parte dalla regione prossima al nucleolo e si dirige al prolungamento più grosso (fig. 2, 6, 10). Questo fatto conferma le osservazioni di Harless e di Denissenko, i quali hanno descritto un prolungamento che parte dal nucleo e dal nucleolo di talune cellule nervose dei Vertebrati. Io avevo già osservato un fatto simile nelle piccole cellule del cervello della *Squilla.*

In alcune cellule fusiformi (fig. 5) si osserva una specie di striatura longitudinale, la quale appartiene probabilmente alla parete.

Nelle fibre nervose non ho osservato nulla d'importante.

VIII. Omologie.

Il punto di partenza per la determinazione delle omologie è questo: Le fibre del nervo ottico hanno origine dalle cellule del tetto ottico.

Adunque, nel cervello dei pesci, tutte le cellule che danno origine alle fibre del nervo ottico si trovano raccolte in un solo strato, che copre le altre parti del *cervello intermedio* e del *cervello medio.* Il tetto ottico rappresenta i centri sensitivi ottici, che nei Vertebrati superiori sarebbero sparsi nei talami ottici e nei corpi quadrigemini. Esso è dunque una formazione appartenente al *cervello intermedio* e al *cervello medio.*

La parte anteriore della regione sottostante al tetto ottico (tav. I, fig. 3, tav. II, 2 *t*) spetta ai talami ottici, e la parte posteriore (*q*) ai corpi quadrigemini.

Quanto alla determinazione delle omologie dei singoli gruppi di cellule e dei fasci di fibre che sono in stretto rapporto col tetto ottico, ritengo che, per ora, non sia possibile dire qualche cosa di preciso, mancando sufficienti dati comparativi ed embriologici. Del resto debbono rigettarsi tutte le omologie speciali di Fritsch, perchè involte nell'errore fondamentale del tetto ottico.

I *lobi inferiori* hanno certamente, come dimostra Fritsch, un punto d'omologia coi *corpi mammillari* dei Vertebrati superiori. Senonchè lo sviluppo straordinario di questi lobi e la loro struttura simile a quella degli emisferi cerebrali dimostrano che essi hanno un valore funzionale ben differente da quello dei corpi mammillari e che si debbono considerare come *emisferi cerebrali sussidiarî.*

Le omologie degli emisferi cerebrali e del cervelletto sono troppo evidenti perchè possano essere discusse.

IX. Osservazioni generali.

Il fatto capitale che io ho dimostrato è l'origine del nervo ottico da una rete formata dai prolungamenti delle cellule del tetto ottico.

Un altro fatto importantissimo è la distinzione delle cellule nervose in due classi:

1. Cellule che per l'azione prolungata dell'acido osmico non anneriscono.
2. Cellule che per l'azione prolungata dell'acido osmico anneriscono.

Le prime in generale sono piccole e per lo più ridotte al solo nucleo; le seconde grosse ed hanno un corpo bene sviluppato. Le prime danno origine a nervi sensitivi, per mezzo di prolungamenti che forman rete; le seconde a nervi motori, per mezzo di cilindri assili indivisi. Gruppi di cellule sensitive e gruppi di cellule motrici sono poi fra loro uniti per mezzo di reti nervose.

Questi fatti concordano colle opinioni di Gerlach e di altri istologi sull'origine dei nervi spinali nei Vertebrati superiori.

Come si vede, la struttura del cervello dei pesci, che a tutta prima sembra così complicata, può ridursi ad un tipo semplicissimo. In generale le cellule motrici si trovano nelle regioni centrali, le sensitive nelle regioni periferiche. A questa legge fa eccezione il cervelletto, se si considerano le cellule di Purkinje come elementi motori e i mielociti come elementi sensitivi. Non sarebbe tuttavia difficile dimostrare come in questa parte dell'encefalo, la disposizione rispettiva degli elementi può essersi invertita; ma ogni conclusione a questo riguardo sarebbe prematura.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

B. ol. Bulbi olfattorii.
r. d Tratti olfattivi.
cE Emisferi cerebrali.
. s Corpi striati (?)
c. e Commissura degli emisferi.
L. o Lobi ottici.
L. c Lobi centrali.
t. o Tetto ottico.
c. r Corona radiata.
tr. o Tratto ottico.
t. l Torus longitudinalis.
t Talami ottici.
q Regione dei lobi centrali appartenente ai corpi quadrigemini.
n. o Nucleo dell' oculomotorio.
gl Glandula pineale.
s Sacco vascolare appartenente alla glandula pineale.
l. gl Lobi laterali della glandula pineale.
C Cervelletto.
V. c Valvula cerebelli.
c Lobi cerebellari.
s' Sacco vascolare posto sotto il cervelletto.
Li Lobi inferiori.
s. a Sacco vascolare.
hy Ipofisi.
P. P' Peduncoli cerebrali.
I, II, III etc. Nervi cerebrali.

Tavola I.

Fig. 1. Cervello del *Lepadogaster Gouanii*, veduto di sopra × 12.

Fig. 2. Cervello del *Lepad.*, veduto di sotto.

Fig. 3. Cervello del *Lepad.*, al quale sono stati asportati i tetti ottici, che si distaccano insieme ai nervi ottici.

Fig. 4. Emisferi cerebrali del *Lepad.*, veduti di sotto.

Fig. 5. Sezione longitudinale verticale del cervello medio del *Lepad.*, per mostrare l' origine del nervo ottico. Hartnack Oc. 2, Ob. 7.

Fig. 6. Sezione orizzontale del cervello del *Lepad.*, Oc. 2, Ob. 7 *fg.* Fascetto di fibre che va dal cervello medio alle cellule piccole poste anteriormente al tetto.

Fig. 7. Glandula pineale del *Lepad.*, veduta di sopra. Oc. 2, Ob. 7.

Tavola II.

Fig. 1. Sezione trasversale verticale della parte anteriore dei lobi ottici del *Lepad.* Oc. 3, Ob. 4.

Fig. 2. Sezione verticale longitudinale del cervello del *Lepad.* Oc. 2, Ob. 4.

Fig. 3. Sezione trasversale verticale della parte anteriore degli emisferi cerebrali del *Lepad.* Oc. 3, Ob. 4.

Fig. 4. Sezione trasversa verticale della parte posteriore degli emisferi cerebrali del *Lepad.* Oc. 3, Ob. 4.

Fig. 5. Sezione trasversa verticale del cervello medio del *Lepad.* Oc. 3, Ob. 4.

Tavola III.

Sezione longitudinale verticale del tetto ottico della *Tinca v.* (acido osmico e picrocarminio). Oc. 3. Ob. 8.

Tavola IV.

Sezione trasversa verticale dei lobi ottici del *Carassius a.* (acido osmico e picrocarminio). Oc. 2, Ob. 8.

Tavola V.

Sezione trasversa verticale dei *Lobi del vago* del *Carassius a.* (acido osmico e picrocarminio) Oc. 2, Ob. 8.

X Radice sensitiva del vago.
X' Radice motrice del vago.
cs Cellule sensitive.
cm Cellule motrici.
r Rete proveniente dalle cellule sensitive.
R Rete proveniente dalle cellule motrici.
r' Rete proveniente dai fasci *f*.
p. p Peduncoli cerebrali.

Tavola VI.

Fig. 1. Fasci di fibre del tetto ottico che si risolvono nella rete. Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 10. Cellule del midollo allungato del *Carassius a.* (iniez. interst. di ac. osmico $^1/_{100}$, dissociazione nel Jodserum). Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 9. Cellule grosse degli emisferi cerebrali del *Carassius a.* (iniez. interst.) Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 11. Cellule degli emisferi cerebrali del *Carassius a.* (azione prolungata dell'ac. osmico $^1/_{1000}$. Oc. 3, Ob. 8.

a Cellula grossa annerita.
b Cellula collo spazio circolare intorno.
c Nucleo della periferia.

Fig. 12. Cellule di Purkinje della *Tinca v.* (azione prolungata dell' ac. osmico $^1/_{500}$) Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 13. Tessuto congiuntivo del cervelletto della *Tinca v.* (azione prolungata dell'ac. osmico $^1/_{500}$. Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 14. Rete nervosa del cervelletto della *Tinca v.* (azione prolungata dell'ac. osmico $^1/_{500}$) Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 15. Grossa cellula del lobo del vago della *Tinca v.* (azione prolungata dell'ac. osmico $^1/_{500}$) Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 16. Elementi del tetto ottico della *Tinca v.* (azione prolungata dell'ac. osmico $^1/_{500}$). Oc. 3, Ob. 8.

Fig. 17. Tessuto connettivo posto immediatamente sotto la pia madre nella *Tinca v.* (azione prolungata dell'ac. osmico $^1/_{500}$) Oc. 3, Ob. 8.

Lit. Bruno e Salomone, Roma

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
gl
t.gl
tr.o
H
Bol
E
t
Li
sa
hy
c
ce
t.o
P
n.r

Cromolit. Bruno e Salomone, Roma

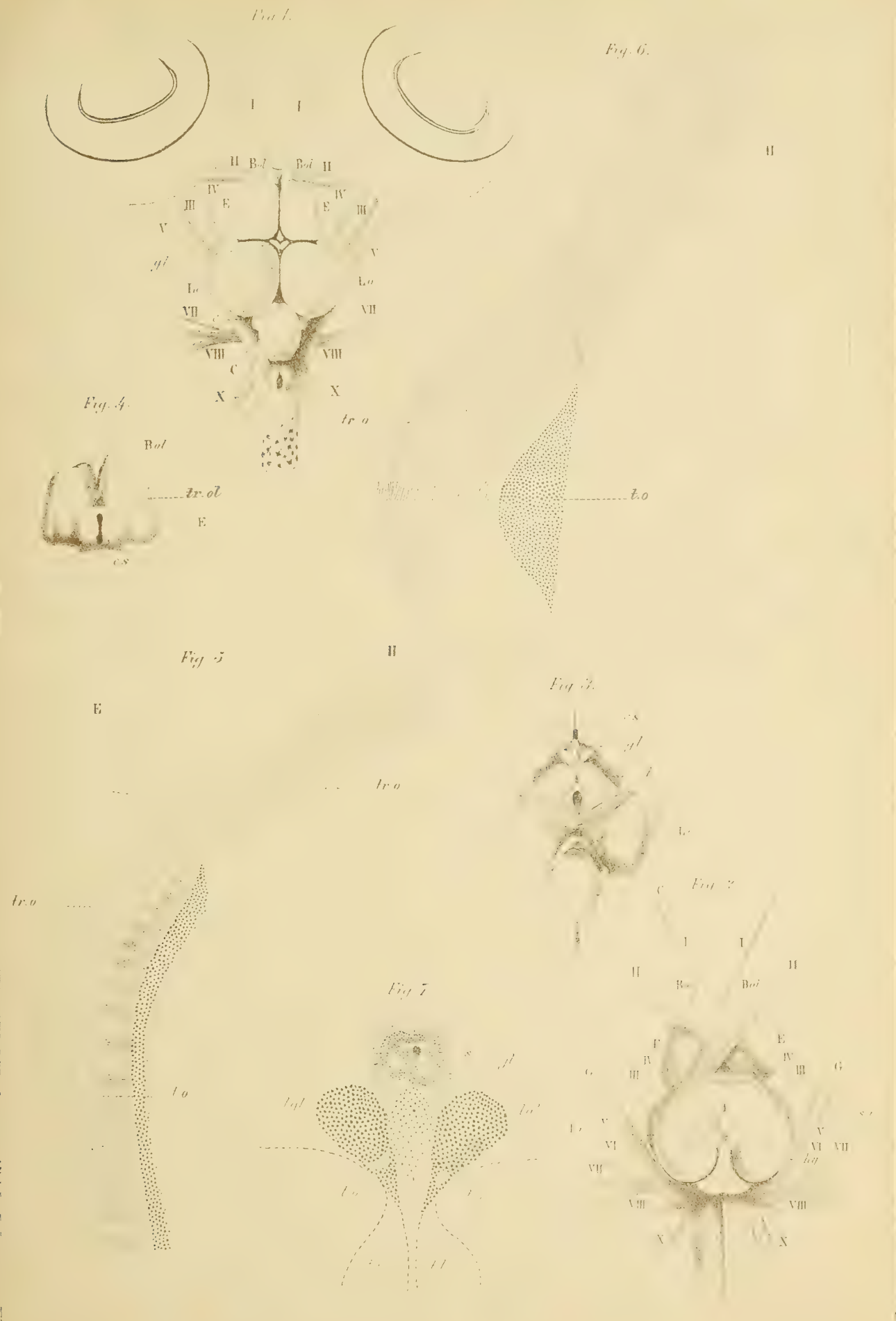
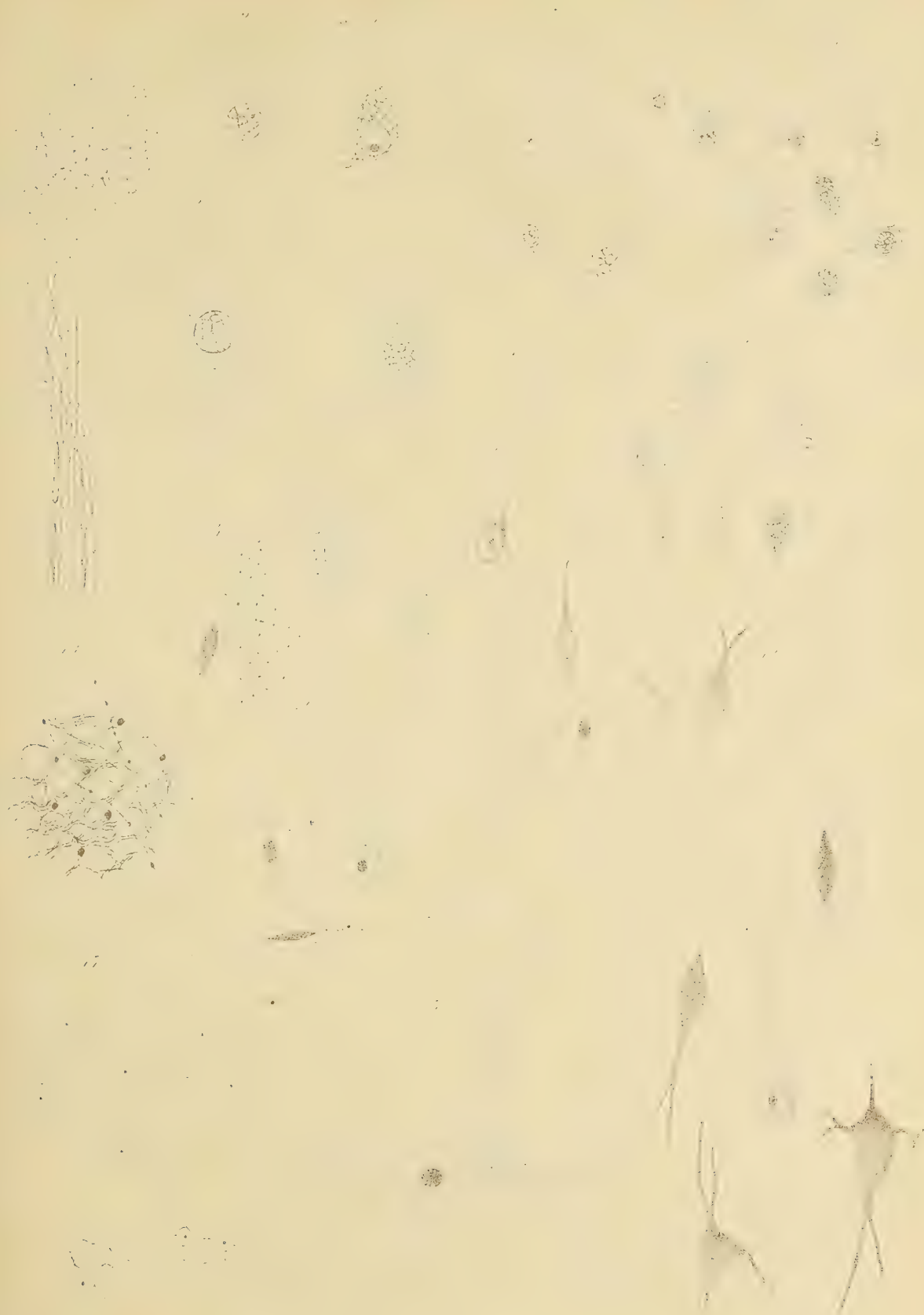
G. Bellonci dis.

Cromolit. Bruno e Salomone, Roma

C. Dalleoni dis
Cromolit. Bruno e Salomone, Roma

G. Bellonci dis.

Cromolit. Bruno e Salomone, Roma

Lit. Bruno e Salomone Roma

Nota concernente la teoria delle soluzioni singolari delle equazioni algebrico-differenziali di primo ordine e secondo grado

del Socio F. CASORATI

letta nella seduta del 4 maggio 1879.

Le proprietà enunciate nella *Comunicazione* fatta a quest'Accademia il 5 marzo 1876, circa le soluzioni singolari delle equazioni differenziali, si possono dimostrare, fra l'altre, nella maniera che segue.

Si riterrà presente la *Nota* inserta nel tomo VII degli Annali di matematica (Milano, 1876) sotto il titolo *Alcune formole fondamentali* ecc.

Teorema 1.° Ogni fattore (intendasi sempre primo), che entra in g una sola volta, dà una primitiva della

$$\alpha(u,v)\,du^2 + 2\beta(u,v)\,du\,dv + \gamma(u,v)\,dv^2 = 0\,. \tag{1}$$

Infatti, annullandosi con esso fattore il g ed il dg, riesce zero il secondo e però anche il primo membro della identità

$$\theta(\alpha du^2 + 2\beta\,du\,dv + \gamma dv^2) = (dg)^2 - 4g\,[da\,.\,dc - db)^2\,]\,. \tag{2}$$

Ma θ non è divisibile pei fattori semplici di g (*Nota* citata, N. 3.), dunque dovrà riuscir zero il primo membro della (1).

Teorema 2.° Tra i fattori semplici in g, quelli che sono multipli in ς danno primitive particolari della (1); e reciprocamente, quelli che danno primitive particolari sono multipli in ς.

Sia q un fattore semplice in g e multiplo in ς. Se q dividesse una delle funzioni a, c, dividerebbe anche b e non potrebbe quindi dividere l'altra, dovendo le funzioni a, b, c essere prime tra loro. Suppongasi a non divisibile per q. Dalla formola ((9) della *Nota*)

$$ak = \begin{vmatrix} a & b & 2g \\ \frac{\partial a}{\partial u} & \frac{\partial b}{\partial u} & \frac{\partial g}{\partial u} \\ \frac{\partial a}{\partial v} & \frac{\partial b}{\partial v} & \frac{\partial g}{\partial v} \end{vmatrix}$$

si ottiene, qualunque sia ψ,

$$ak = \begin{vmatrix} a & b + a\psi & 2g \\ \frac{\partial a}{\partial u} & \frac{\partial b}{\partial u} + \frac{\partial a}{\partial u}\psi & \frac{\partial g}{\partial u} \\ \frac{\partial a}{\partial v} & \frac{\partial b}{\partial v} + \frac{\partial a}{\partial v}\psi & \frac{\partial g}{\partial v} \end{vmatrix}\,. \tag{3}$$

Con q si annulla k (*Nota*, n. 3); epperò, determinando ψ in modo che sia

$$b + a\psi = q\,,$$

avremo, insieme con $q = 0$, la eguaglianza

$$0 = \begin{vmatrix} a & 0 & 0 \\ \frac{\partial a}{\partial u} & \frac{\partial b}{\partial u} + \frac{\partial a}{\partial u}\psi & \frac{\partial g}{\partial u} \\ \frac{\partial a}{\partial v} & \frac{\partial b}{\partial v} + \frac{\partial a}{\partial v}\psi & \frac{\partial g}{\partial v} \end{vmatrix}$$

ossia

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial b}{\partial u} + \frac{\partial a}{\partial u}\psi & \frac{\partial g}{\partial u} \\ \frac{\partial b}{\partial v} + \frac{\partial a}{\partial v}\psi & \frac{\partial g}{\partial v} \end{vmatrix} = 0\,, \tag{4}$$

la quale, ponendo mente alle

$$\left(\frac{\partial b}{\partial u} + \frac{\partial a}{\partial u}\psi\right) du + \left(\frac{\partial b}{\partial v} + \frac{\partial a}{\partial v}\psi\right) dv + a\,d\psi = 0\,,$$

$$\frac{\partial g}{\partial u}\,du + \frac{\partial g}{\partial v}\,dv = 0\,,$$

mostra essere

$$d\psi = 0$$

cioè ψ costante, sotto la condizione $q = 0$. Sia ψ_0 questo valor costante di ψ; la funzione razionale $\psi - \psi_0$ sarà nulla con q, cioè eguale a $q\mathrm{P}$, significando P funzione razionale di u, v, che resta finita all'annullarsi di q. Sarà quindi $b + a\psi_0 = q\,(1 - a\mathrm{P})$; e la funzione intera $b + a\psi_0$, dovendosi annullare con q, sarà divisibile per q. Dunque, per il valore particolare ψ_0 di Ω, la primitiva generale

$$a\,(a\,\Omega^2 + 2\,b\,\Omega + c) = (a\,\Omega + b)^2 + g = 0$$

diventa una particolare contenente la $q = 0$.

Per dimostrare la proposizione reciproca, supponiamo che, per un valor costante di ψ, riesca $(a\,\psi + b)^2 + g$, e però anche $a\,\psi + b$, divisibile per un fattore semplice di g, che non entra in a. Annullandosi un tale fattore ed il suo differenziale, si annullano $a\,\psi + b$, g ed i differenziali loro. E siccome dalle eguaglianze

$$\left(\frac{\partial a}{\partial u}\psi + \frac{\partial b}{\partial u}\right) du + \left(\frac{\partial a}{\partial v}\psi + \frac{\partial b}{\partial v}\right) dv = 0$$

$$\frac{\partial g}{\partial u}\,du + \frac{\partial g}{\partial v}\,dv = 0$$

segue essere nullo il determinante (4), così anche il (3) sarà nullo, e però nullo k. Dunque, per la $4gk^2 = \theta^2\varsigma$, il fattore in discorso dovrà entrare più volte in ς; giacchè non può entrare in θ.

Dai teoremi 1° e 2° segue il

Teorema 3.° I fattori semplici di g, che non sono multipli in ς, danno primitive singolari della (1).

Questi fattori sono poi, nel presente caso delle equazioni differenziali del secondo grado, i soli che diano soluzioni singolari, in quanto che ha luogo il

Teorema 4.° Un fattore multiplo in g non dà, in generale, una soluzione della (1); e quando la dà, essa è particolare.

Pongasi

$$g = t^{\tau}\,\mathrm{T}$$

nella (2), e si avrà

$$\theta\left(\alpha du^2 + 2\beta\, du\, dv + \gamma\, dv^2\right) = t^{\tau}\left\{t^{\tau-2}\left[\tau\,\mathrm{T}\,dt + t d\mathrm{T}\right]^2 - 4\mathrm{T}\left[da.dc - (db)^2\right]\right\}. \quad (5)$$

Per $t=0$ e $dt=0$ questo secondo membro, diviso per t^{τ}, non riesce zero se non quando risulti

$$da\,.\,dc - (db)^2 = 0\,. \qquad (6)$$

E però, $t=0$ si potrà dire soluzione della

$$\theta\,(\alpha\, du^2 + 2\beta\, du\, dv + \gamma\, dv^2) = 0\,,$$

ma *impropria*, non essendo soluzione della (1) se non quando sia soddisfatta la condizione (6). Ora, da questa condizione, scritta come segue (¹)

$$\frac{da}{a}\cdot\frac{dc}{c} = \left(\frac{db}{b}\right)^2,$$

e dalla $dg = cda + adc - 2\,bdb = 0$, pure scritta come segue

$$\frac{da}{a} + \frac{dc}{c} = 2\,\frac{db}{b}\,,$$

si deduce

$$\frac{da}{a} = \frac{dc}{c} = \frac{db}{b}\,,$$

e quindi, sempre con $t=0$,

$$\frac{a}{a_0} = \frac{c}{c_0} = \frac{b}{b_0}\,,$$

significando a_0, b_0, c_0 tre costanti che soddisfanno la $a_0 c_0 - b^2{}_0 = 0$. Le funzioni intere

$$\frac{a}{a_0} - \frac{b}{b_0}\,,\qquad \frac{c}{c_0} - \frac{b}{b_0}\,,$$

annullandosi con t, saranno divisibili per t, e ponendo

$$\frac{a}{a_0} - \frac{b}{b_0} = \mathrm{M}t\,,\qquad \frac{c}{c_0} - \frac{b}{b_0} = \mathrm{N}t\,,$$

si avrà

$$a\Omega^2 + 2b\Omega + c = \frac{b}{b_0}\,(a_0\Omega^2 + 2b_0\Omega + c_0) + t\,(a_0\Omega^2\mathrm{M} + c_0\mathrm{N})\,.$$

(¹) La divisione per $ac=b^2$ è lecita, potendosi qui supporre che t non entri in veruna delle funzioni a, b, c; in quanto che, se entrasse in una, entrerebbe in due e però in a od in c; ed allora $t=0$ sarebbe contenuta nella primitiva particolare corrispondente ad $\Omega=\infty$ od $\Omega=0$.

Dunque, mettendo per Ω la radice doppia dell'equazione $a_0\Omega^2 + 2b_0\Omega + c_0 = 0$, la primitiva generale diverrà una particolare contenente $t = 0$.

Possiamo notare che la (6) non può essere una identità, cioè sussistere indipendentemente da un legame tra u e v, se non quando la (2) sia della forma $(dg)^2$, ossia la primitiva generale della forma $g =$ Cost.^{e}, vale a dire entrambe le equazioni sieno, non di secondo, ma di primo grado.

Teorema 5.° Se un fattore entra più volte in g e dà una soluzione particolare, esso entra più volte anche in ς.

Per semplicità, giova qui ridurre all'unità il coefficiente del quadrato della costante arbitraria nella primitiva generale. Poichè a e c non possono contenere entrambe uno stesso fattore di g, supporremo che il fattore t, che qui dobbiamo considerare, non divida a, e piglieremo la primitiva sotto la forma

$$\Omega^2 + \mathrm{b}\Omega + \mathrm{c} = 0\,, \tag{7}$$

dove b e c significano i rapporti di b e c ad a. Piglieremo anche la (1) sotto la forma

$$du^2 + 2\beta\, du\, dv + \gamma\, dv^2 = 0\,, \tag{8}$$

e riterremo

$$\mathrm{g} = \mathrm{c} - \mathrm{b}^2, \qquad \varsigma = \gamma - \beta^2.$$

Ciò premesso, le prime formole (4_2) e (14), la terza (9) e la (15) della *Nota*, applicate alla presente forma delle equazioni, danno

$$\mathrm{A} = \left(\frac{\partial \mathrm{g}}{\partial u}\right)^2 + 4\mathrm{g}\left(\frac{\partial \mathrm{b}}{\partial u}\right)^2 = \theta\,, \quad \mathrm{k} = \begin{vmatrix} \dfrac{\partial \mathrm{b}}{\partial u} & \dfrac{\partial \mathrm{g}}{\partial u} \\ \dfrac{\partial \mathrm{b}}{\partial v} & \dfrac{\partial \mathrm{g}}{\partial v} \end{vmatrix}\,, \; \theta^2\varsigma = 4\mathrm{g}\mathrm{k}^2. \tag{9}$$

Designando con τ il grado di multiplicità di t in g e quindi anche in g, si ponga

$$\mathrm{g} = t^\tau\, \mathrm{T} \tag{10}$$

e si sostituisca questa espressione nella prima e seconda delle formole ora scritte. Si avrà

$$\theta = \left(\tau \mathrm{T}\frac{\partial t}{\partial u} + t\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial u}\right)^2 t^{2\tau-2} + 4\mathrm{T}\left(\frac{\partial \mathrm{b}}{\partial u}\right)^2 t^\tau\,,$$

$$\mathrm{k} = \tau\mathrm{T}\begin{vmatrix} \dfrac{\partial \mathrm{b}}{\partial u} & \dfrac{\partial t}{\partial u} \\ \dfrac{\partial \mathrm{b}}{\partial v} & \dfrac{\partial t}{\partial v} \end{vmatrix} t^{\tau-1} + \begin{vmatrix} \dfrac{\partial \mathrm{b}}{\partial u} & \dfrac{\partial \mathrm{T}}{\partial u} \\ \dfrac{\partial \mathrm{b}}{\partial v} & \dfrac{\partial \mathrm{T}}{\partial v} \end{vmatrix} t^\tau\,.$$

Essendo $t = 0$ primitiva particolare, bisogna che, per opportuno valore Ω_1 di Ω, riesca divisibile per t la espressione

$$\Omega^2 + 2\mathrm{b}\Omega + \mathrm{c} = (\Omega + \mathrm{b})^2 + \mathrm{g}$$

e quindi anche la $\Omega + \mathrm{b}$. Potremo dunque nelle espressioni di θ e k porre, invece del primo, il secondo membro dell'identità

$$\mathrm{b} = -\Omega_1 + t^\nu\varphi\,,$$

dove φ significa una funzione razionale di u, v, la quale, come T, non diventa nè 0, nè ∞ per $t=0$. Ciò facendo, avremo

$$\theta = \left(\tau T \frac{\partial t}{\partial u} + t \frac{\partial T}{\partial u}\right)^2 t^{2\tau-2} + 4T\left(\nu\varphi \frac{\partial t}{\partial u} + t\frac{\partial \varphi}{\partial u}\right)^2 t^{\tau+2\nu-2}, \tag{11}$$

$$k = \left\{ \tau T \begin{vmatrix} \frac{\partial \varphi}{\partial u} & \frac{\partial t}{\partial u} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial v} & \frac{\partial t}{\partial v} \end{vmatrix} + \nu\varphi \begin{vmatrix} \frac{\partial t}{\partial u} & \frac{\partial T}{\partial u} \\ \frac{\partial t}{\partial v} & \frac{\partial T}{\partial v} \end{vmatrix} \right\} t^{\tau+\nu-1} + \begin{vmatrix} \frac{\partial \varphi}{\partial u} & \frac{\partial T}{\partial u} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial v} & \frac{\partial \varphi}{\partial v} \end{vmatrix} t^{\tau+\nu}. \tag{12}$$

Ora, indicando con θ_t, ς_t, ecc., i gradi di multiplicità di t in θ, ς, ecc., dalla terza formola (9) si ha:

$$2\theta_t + \varsigma_t = g_t + 2k_t$$

ovvero, ponendo τ invece di g_t,

$$\varsigma_t = \tau + 2k_t - 2\theta_t. \tag{13}$$

Ma la (12) dà

$$k_t \geqq \tau + \nu - 1,$$

quindi

$$\varsigma_t \geqq 3\tau + 2\nu - 2 - 2\theta_t. \tag{14}$$

Da questa diseguaglianza e dalla espressione (11) di θ si deduce facilmente il teorema enunciato. I coefficienti delle due potenze di t in questa espressione non sono divisibili per t, a meno che fosse $\frac{\partial t}{\partial u}=0$. Ma in tal caso prenderemmo la equazione differenziale, non già sotto la forma (8), ma sotto quest'altra

$$\alpha\, du^2 + 2\beta\, du\, dv + dv^2 = 0.$$

E però, possiamo prendere per θ_t il minore degli esponenti $2\tau-2$, $\tau+2\nu-2$.

Se sia

$$2\tau - 2 < \tau + 2\nu - 2, \qquad \text{donde} \qquad 2\nu - \tau > 0,$$

sarà $\theta_t = 2\tau - 2$, e la (14) darà

$$\varsigma_t \geqq 2\nu - \tau + 2 \geqq 3.$$

Se sia

$$2\tau - 2 > \tau + 2\nu - 2, \qquad \text{donde} \qquad \tau - 2\nu > 0,$$

sarà $\theta_t = \tau + 2\nu - 2$, e la (14) darà

$$\varsigma_t \geqq \tau - 2\nu + 2 \geqq 3.$$

Resta da considerare il caso di

$$2\tau - 2 = \tau + 2\nu - 2, \qquad \text{donde} \qquad \tau = 2\nu.$$

In tal caso, la somma dei coefficienti dei termini della (11), che contengono la più bassa potenza visibile di t, sarà

$$4\nu^2 T \left(\frac{\partial t}{\partial u}\right)^2 (T + \varphi^2)\, t^{4\nu-2};$$

e però, se $T+\varphi^2$ non fosse divisibile per t, si avrebbe $\theta_t = 4\nu - 2$ e quindi

$$\varsigma_t \geqq 2.$$

Se poi finalmente, $T + \varphi^2$ fosse divisibile per t^λ, ponendo

$$T + \varphi^2 = - t^\lambda \psi$$

e sostituendo questa espressione di T nelle (11) e (12), si otterrebbe, dopo riduzione,

$$\theta = 4\nu(\nu + \lambda)\varphi^2\psi\left(\frac{\partial t}{\partial u}\right)^2 t^{4\nu+\lambda-2} + \text{termini con potenze superiori di } t,$$

$$k = -(2\nu+\lambda)\psi \begin{vmatrix} \frac{\partial\varphi}{\partial u} & \frac{\partial t}{\partial u} \\ \frac{\partial\varphi}{\partial v} & \frac{\partial t}{\partial v} \end{vmatrix} t^{3\nu+\lambda-1} + \nu\varphi \begin{vmatrix} \frac{\partial\psi}{\partial u} & \frac{\partial t}{\partial u} \\ \frac{\partial\psi}{\partial v} & \frac{\partial t}{\partial v} \end{vmatrix} t^{3\nu+\lambda-1} - \begin{vmatrix} \frac{\partial\varphi}{\partial u} & \frac{\partial\psi}{\partial u} \\ \frac{\partial\varphi}{\partial v} & \frac{\partial\psi}{\partial v} \end{vmatrix} t^{3\nu+\lambda};$$

quindi

$$\theta_t = 4\nu + \lambda - 2, \qquad k_t \geqq 3\nu + \lambda - 1$$

e per la (13)

$$\varsigma_t \geqq 2.$$

Noteremo che il caso di $T + \varphi^2 = 0$ non è a considerarsi; in quanto che g sarebbe un quadrato, e la primitiva generale il prodotto di due altre pure razionali in u, v e lineari rispetto alla costante arbitraria.

Il teorema reciproco, cioè che un fattore multiplo in ς e somministrante una soluzione particolare deva entrare più volte in g, non sussiste.

Teorema 6.° I fattori di g o ς che danno soluzioni singolari non entrano in k, mentre vi entrano tutti gli altri.

La verità della prima asserzione emerge subito dalla $4gk^2 = \theta^2\varsigma$, riflettendo che quei fattori entrano una sola volta sì in g che in ς e nessuna volta in θ. Quanto alla seconda, essa torna a dire che i fattori multipli in g o ς dividono k.

Du mouvement d'un pendule simple suspendu dans une voiture de chemin de fer;

par PAUL DE SAINT-ROBERT, membre de l'Académie.

Mémoire lu dans la séance du 6 avril 1879.

Grâce à la découverte de Léon Foucault, un observateur, sans sortir de son cabinet, sans jeter un coup d'œil sur le ciel, peut à l'aide du pendule constater la rotation diurne de la terre, et déterminer approximativement le rayon du parallèle terrestre qu'il décrit sans en avoir conscience. De même, un observateur, tranquille au fond d'une voiture qui l'emporte avec rapidité sur un chemin de fer, sans regarder aux objets extérieurs, pourrait par l'inspection d'un pendule s'apercevoir des sinuosités du chemin qu'il parcourt, et déterminer le rayon des courbes qu'il franchit, si les secousses et les trépidations de la voiture étaient supprimées, ou du moins grandement atténuées.

Dans l'état actuel du matériel des chemins de fer, le mouvement des voitures n'est pas assez doux pour que les effets produits sur un pendule par les sinuosités du chemin puissent se manifester dans toute leur régularité. Les secousses occasionnées par les inégalités de la voie et par les imperfections des voitures viennent compliquer le phénomène qu'il s'agit d'observer et le masquer en partie. Mais on peut théoriquement prédire ce qui doit arriver à un pendule, oscillant dans une voiture assujettie à suivre les détours d'une voie ferrée, quand on fait abstraction de toute cause perturbatrice. C'est l'objet que je me suis proposé dans ce Mémoire.

Suivant les idées qui ont conduit Léon Foucault à sa découverte, et qui ont encore cours aujourd'hui parmi quelques personnes, rien de plus simple que de prévoir la manière dont doit se comporter un pendule oscillant dans une voiture en marche. En effet, si l'on admet l'invariabilité du plan d'oscillation, ainsi que le faisait Léon Foucault, les changements de direction du chemin ne doivent nullement influencer la direction de ce plan. Un pendule mis en branle dans un plan doit continuer à se mouvoir dans la même direction en suivant la verticale dans sa marche progressive. C'est une sorte de boussole arbitrairement orientée dans l'espace absolu, et dont les déviations apparentes nous révèlent les changements de direction de la voiture qui la supporte.

Cependant les choses sont bien loin de se passer de la sorte, et la question est plus compliquée qu'on ne le croirait au premier abord. Je commencerai par le cas où le pendule est en repos relativement à la voiture qui l'emporte, et je passerai ensuite au cas où le pendule est en mouvement relatif, en supposant toujours que le chemin soit horizontal et que les courbes soient des arcs de cercle.

I.

Un pendule simple est suspendu dans une voiture qui se meut, sans secousses, avec une vitesse constante, sur un chemin de fer. Je suppose que la boule qui termine le pendule ait acquis la vitesse commune, et qu'elle se trouve verticalement au-dessous du point d'attache. Il est clair que, tant que le mouvement de la voiture est uniforme et rectiligne, le pendule reste en repos relatif. Mais dès que la voiture s'engage dans une courbe du chemin, la boule et le point de suspension ne peuvent plus rester sur la même verticale. En effet, le point de suspension, lié invariablement à la voiture, est forcé de parcourir une courbe parallèle aux rails; tandis que la boule, qui est libre dans le sens perpendiculaire au fil de suspension, tend à s'échapper par la tangente. Elle ne saurait décrire une courbe égale à celle que parcourt le point d'attache qu'autant qu'on lui appliquerait une force centripète, dont la grandeur dépend à la fois de la vitesse et de la courbure.

Afin que le pendule reste en repos relatif pendant que la voiture se meut sur un arc de cercle, il est nécessaire que la boule s'écarte de la verticale de telle manière que les deux forces qui la sollicitent, le poids et la tension du fil, se réduisent à une force centripète capable de produire le mouvement circulaire dont elle est animée en réalité, bien qu'elle paraisse en repos.

Soient

V la vitesse constante de la voiture;

R le rayon OA (fig. 1) de l'arc de cercle que le point de suspension A est obligé de parcourir;

$\omega = \frac{V}{R}$ la vitesse angulaire;

Fig. 1.

O A N B M Q P

P le poids de la boule placée à l'extrémité du pendule;

l la longueur AM du pendule simple synchrone;

r la quantité MB dont l'extrémité de l est écartée de la verticale quand le pendule est en repos relatif;

g l'accélération due à la pesanteur;

$k = \sqrt{\frac{g}{l}}$ une abréviation.

D'après ce qui précède, la résultante MQ du poids MP et de la tension MN du fil doit avoir pour expression

$$MQ = \frac{P}{g} \omega^2 (R + r).$$

Les triangles MBA, MQN sont semblables et donnent l'équation

$$\frac{MB}{BA} = \frac{MQ}{QN},$$

ou

$$\frac{r}{\sqrt{l^2 - r^2}} = \frac{\omega^2}{g} (R + r).$$

La valeur de r dépend d'une équation du quatrième degré ; mais comme cette quantité est très-petite, du moins pour les valeurs de R et de ω propres aux chemins de fer, on peut sans erreur appréciable négliger le carré de $\frac{r}{l}$; alors, on obtient (¹)

$$r = \frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2}.$$

Il résulte de là que la direction du *fil à plomb*, dans une voiture en marche, change en passant d'un chemin rectiligne à un chemin curviligne. Sur le premier le fil à plomb est vertical ; sur le second, il est écarté de la verticale de la quantité

$$r = \frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2}.$$

Si l'écart r était donné par l'expérience directe, on pourrait, à l'aide de cette formule, déterminer le rayon de courbure du chemin de fer. Mais pour cela, il faudrait pouvoir supprimer toutes les secousses qui ne manqueront pas de faire ballotter le pendule, en empêchant toute observation de l'écartement.

II.

Pour passer au cas du pendule en mouvement, supposons que, à l'instant où la voiture a atteint une vitesse constante, la boule qui termine le pendule soit animée d'une vitesse donnée, dans une position déterminée.

(¹) Pour se former une idée de l'approximation de cette valeur, considérons l'exemple numérique suivant ;

$$V = 15^m,$$
$$R = 500^m,$$
$$l = 1^m,$$
$$g = 9^m,80604.$$

On en déduit

$$\omega = 0^m,03,$$
$$r = 0^m,04589.$$

En résolvant l'équation du quatrième degré, on obtient

$$r = 0^m,04585.$$

Ainsi la différence est seulement de

$$0^m,000\,04.$$

L'autre racine réelle de l'équation du quatrième degré,

$$r = -0^m,04584,$$

correspond à la position d'équilibre instable du pendule dans laquelle le fil n'est pas tendu et doit être remplacé par une verge rigide.

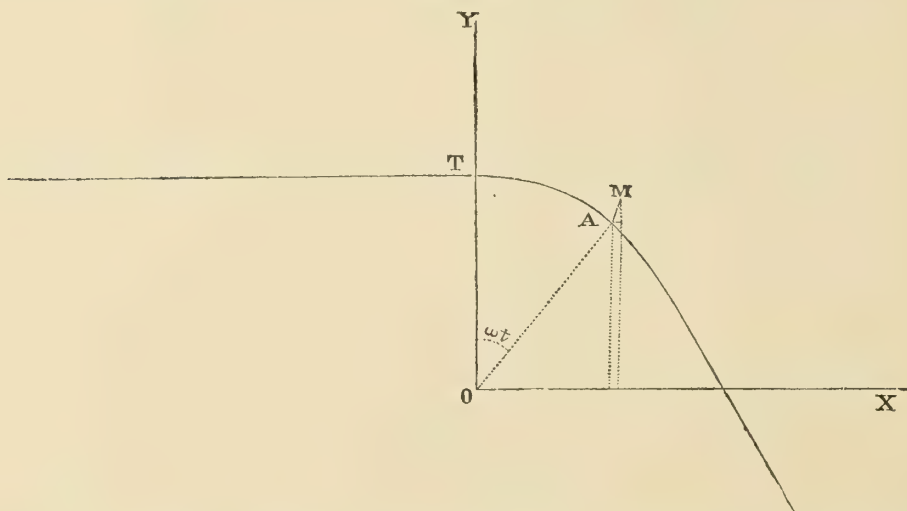
Si le chemin est rectiligne, le mouvement général de translation de la voiture, quelque rapide qu'il puisse être, ne saurait troubler nullement les mouvements relatifs ou apparents qui s'opèrent dans son intérieur. Sauf les altérations provenant des secousses et des trépidations, ces mouvements s'exécutent exactement comme si la voiture était immobile.

Par conséquent, si la vitesse initiale relative du pendule est contenue dans un plan vertical passant par le point de suspension, le mouvement du pendule s'effectue dans ce plan, comme si le point d'attache était en repos, et il continue à osciller dans ce plan tant que le chemin reste rectiligne.

Si la vitesse initiale relative ne passe point par la verticale, le pendule décrit un cône autour de la verticale, comme si la voiture était immobile. On sait que, dans le cas des petites oscillations, la base de ce cône diffère fort peu d'une ellipse.

Lorsque le chemin, de rectiligne qu'il était devient curviligne, tous les points de la voiture ne sauraient plus avoir la même vitesse. Il se produit nécessairement alors des inégalités entre les vitesses des différents points du système, suivant qu'ils sont plus ou moins éloignés de l'axe de rotation. C'est pourquoi le pendule est dévié de la position qu'il avait pendant le mouvement de simple translation.

On peut prévoir que le mouvement du pendule, pendant que la voiture franchit une courbe, se fera autour de la nouvelle position d'équilibre que prend le fil à plomb en repos relatif tout le long de la courbe, position qu'on a déterminée plus haut. Mais il est bon d'examiner la question de plus près.

Fig. 2.

Soit TA l'arc de cercle que décrit le point de suspension A du pendule (fig. 2). Rapportons le mouvement à trois axes rectangulaires fixes passant par le centre O de l'arc TA: l'axe des x parallèle au chemin rectiligne que vient de parcourir la voiture avant de s'engager dans la courbe, et dirigé dans le sens du mouvement sur ce chemin ; l'axe des y perpendiculaire au chemin rectiligne et dirigé du centre O vers le point de tangence T; enfin l'axe des z vertical et dirigé dans le sens de la pesanteur.

La boule du pendule n'est sollicitée que par deux forces: le poids P et la tension N du fil auquel elle est suspendue.

Par rapport aux deux axes horizontaux des x et des y, les composantes de la force P sont nulles. Relativament à l'axe vertical des z, la composante de cette force est égale à P.

Cela posé, soit AM la position du pendule au bout du temps t, compté a partir de l'instant où le point de suspension passe par T; et désignons par x, y, z, les coordonnées rectangulaires du point M. La direction du fil qui soutient la boule fera avec les trois axes des angles dont les cosinus seront respectivement:

$$\frac{x - \mathrm{R}\sin\omega t}{l} \quad \text{avec l'axe des } x;$$

$$\frac{y - \mathrm{R}\cos\omega t}{l} \quad \text{avec l'axe des } y;$$

$$\frac{z}{l} \quad \text{avec l'axe des } z.$$

Par conséquent, les composantes de la tension du fil seront

$$\frac{\mathrm{N}}{l}(x - \mathrm{R}\sin\omega t),$$

$$\frac{\mathrm{N}}{l}(y - \mathrm{R}\cos\omega t),$$

$$\frac{\mathrm{N}}{l}z.$$

Les équations différentielles du mouvement seront donc

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{g}{l}\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{P}}x - \frac{g}{l}\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{P}}\mathrm{R}\sin\omega t = 0,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{g}{l}\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{P}}y - \frac{g}{l}\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{P}}\mathrm{R}\cos\omega t = 0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{g}{l}\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{P}}z - g = 0,$$

auxquelles il faut joindre l'équation

$$(x - \mathrm{R}\sin\omega t)^2 + (y - \mathrm{R}\cos\omega t)^2 + z^2 = l^2$$

de la surface sphérique sur laquelle doit se trouver toujours l'extrémité du pendule.

Ces équations ne peuvent s'intégrer que par approximation.

Lorsque l'angle α que le pendule fait avec la verticale est petit, on peut négliger les puissances supérieures à la première dans l'équation

$$z = l\cos\alpha = l\left(1 - \frac{\alpha^2}{2} + \text{etc.}\right).$$

Alors, on aura

$$z = l, \quad \frac{d^2z}{dt^2} = 0,$$

et la troisième des équations du mouvement donnera

$$\mathrm{N} = \mathrm{P};$$

c'est-à-dire que la tension du fil sera égale au poids de la boule.

Par suite, les deux autres équations du mouvement deviendront

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + k^2 x - k^2 R \sin \omega t = 0 ,$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + k^2 y - k^2 R \cos \omega t = 0 .$$

Si l'on pose

$$x = x_1 + \frac{k^2 R}{k^2 - \omega^2} \sin \omega t ,$$

$$y = y_1 + \frac{k^2 R}{k^2 - \omega^2} \cos \omega t ,$$

on obtient les équations

$$\frac{d^2 x_1}{dt^2} + k^2 x_1 = 0 ,$$

$$\frac{d^2 y_1}{dt^2} + k^2 y_1 = 0 ,$$

qui représentent une ellipse.

Or les deux termes

$$\frac{k^2 R}{k^2 - \omega^2} \sin \omega t ,$$

$$\frac{k^2 R}{k^2 - \omega^2} \cos \omega t ,$$

sont les coordonnées d'un point mobile qui parcourt, avec une vitesse angulaire ω, un cercle de rayon

$$\frac{k^2 R}{k^2 - \omega^2} ,$$

concentrique à l'origine. Donc, lorsqu'on suppose fort petite l'amplitude des oscillations, la projection horizontale de l'extrémité du pendule décrit une ellipse par rapport à l'origine mobile qui, à son tour, décrit un cercle de rayon

$$\frac{k^2 R}{k^2 - \omega^2}$$

avec une vitesse angulaire constante égale à ω.

Les axes $O_1 x_1$, $O_1 y_1$, dont la direction est fixe dans l'espace, paraîtront tourner, avec une vitesse angulaire égale et contraire à ω, par rapport aux objets qu'emporte la voiture; c'est-à-dire que le cône à base elliptique, dans lequel s'accomplit chaque révolution du pendule, paraîtra tourner tout d'une pièce autour de son axe avec une vitesse angulaire égale et contraire à ω.

Il importe de remarquer que le point mobile, centre de l'ellipse, est la projection horizontale de l'extrémité du pendule, dans la position d'équilibre par rapport à la voiture en mouvement sur la courbe du chemin de fer. En effet, le rayon

$$\frac{k^2 R}{k^2 - \omega^2}$$

est égal au rayon R plus la quantité

$$r = \frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2} ,$$

qui exprime l'écart de la verticale du pendule en repos relatif, comme on l'a vu plus haut ([1]).

Les dimensions et l'orientation de l'ellipse que décrit la projection horizontale de l'extrémité du pendule dépendent des circonstances initiales du mouvement. Lorsque, pour $t = o$, la direction et la longueur ρ_0 du rayon vecteur de la projection de l'extrémité du pendule, ainsi que la vitesse v_0 de ce point, et l'angle θ_0 de la vitesse avec le rayon vecteur seront donnés, l'ellipse sera complétement définie.

Il n'est pas difficile de faire voir que la durée de chaque révolution du pendule est égale à

$$\frac{2\pi}{k};$$

que les deux demi-axes de l'ellipse sont donnés par les deux équations

$$a^2 + b^2 = \rho^2_0 + \frac{v^2_0}{k^2},$$

$$2ab = \frac{2v_0\rho_0}{k} \sin\theta_0;$$

et que la position des axes est déterminée par l'équation

$$\cot 2\varphi = \cot 2\theta_0 + \frac{k^2\rho^2_0}{v^2_0} \operatorname{coséc} 2\theta_0,$$

φ désignant l'angle que fait le grand axe avec le rayon vecteur initial.

L'ellipse devient une ligne droite lorsque

$$\theta_0 = 0;$$

c'est-à-dire, lorsque la direction de la vitesse initiale passe par la direction du fil à plomb. Elle devient un cercle lorsque

$$\theta_0 = \frac{\pi}{2} \qquad \text{et} \qquad v_0 = k\rho_0.$$

Dans ce cas le mouvement est uniforme.

Il est à remarquer que la vitesse que doit avoir la boule pour décrire un cercle, est égale à la vitesse qu'elle aurait au point le plus bas d'une oscillation plane dont l'amplitude serait égale au diamètre du cercle. En effet, cette vitesse est égale à

$$\sqrt{2g(l - z)}.$$

Or, on a

$$z = \sqrt{l^2 - \rho^2_0} = l - \frac{\rho^2_0}{2l},$$

en négligeant les puissances supérieures. En substituant, on obtient

$$\rho_0\sqrt{\frac{g}{l}} = k\rho_0$$

pour la vitesse acquise au point le plus bas.

[1] Je ne m'arrêterai pas à examiner le cas particulier où ω étant égal à k, les équations du mouvement se présentent sous une forme illusoire, parce que ce cas présuppose une vitesse angulaire ω incompatible avec les conditions que doit remplir tout chemin de fer.

Au bout de la courbe du chemin, à l'instant où la voiture reprend la marche rectiligne, le mouvement du pendule subit un changement, car le point de suspension n'est plus assujetti à décrire une courbe. Alors le pendule et la voiture participant au même mouvement de translation, le mouvement relatif du premier sera le même que si la voiture était immobile, et qu'il eût reçu une vitesse initiale égale à la vitesse relative qu'il possède à l'instant où le point d'attache entre dans le chemin rectiligne.

Comme tout chemin de fer n'est qu'une suite de lignes droites raccordées entre elles par des arcs de cercle, les formules précédentes fournissent le moyen de suivre le mouvement du pendule tout le long du chemin, lorsque les circonstances initiales sont données, ainsi que les sinuosités de la voie.

III.

Je vais maintenant examiner quelques cas particuliers qui feront ressortir l'inexactitude du principe de l'invariabilité du plan d'oscillation.

1. Supposons que, sur un trajet rectiligne, on fasse osciller un pendule, dans un plan perpendiculaire à la direction des rails, et que, à l'instant où le point de suspension arrive à une courbe, le pendule soit à son plus grand écart. Supposons de plus que cet écart soit égal à

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2}.$$

Que va-t-il arriver au pendule en passant sur la courbe?

La vitesse du pendule étant nulle à l'instant où il commence à parcourir la courbe, et les forces qui le sollicitent se faisant équilibre, comme il a été démontré ci-dessus, le pendule restera en repos relatif, éloigné de la verticale de la quantité

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2},$$

aussi longtemps que le mouvement de la voiture sera curviligne.

Mais à l'extrémité de la courbe, à l'instant où la voiture reprend la marche rectiligne, l'équilibre entre les forces qui sollicitent le pendule cesse; de sorte que le pendule revient vers la verticale du point de suspension et se met à osciller de part et d'autre, dans un plan perpendiculaire à la direction des rails.

Voilà donc un cas où, dans une voiture parcourant un chemin de fer formé par deux lignes droites raccordées par un arc de cercle, un pendule qui oscille d'abord perpendiculairement à une partie rectiligne, s'arrête pendant qu'il franchit la partie courbe du chemin, et finit par osciller perpendiculairement à l'autre partie rectiligne; c'est-à-dire que le plan d'oscillation, au lieu de se conserver parallèle à lui-même pendant le trajet, tourne dans l'espace d'un angle égal au supplément de l'angle que font entre elles les deux parties rectilignes du chemin de fer.

2. Si, dans l'exemple précédent, on suppose que les excursions du pendule à l'origine soient plus ou moins grandes que

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2},$$

alors le pendule n'arrive plus avec une vitesse nulle à la position d'équilibre relatif sur la partie courbe du chemin. Dans ce cas, il se mettra à osciller de part et d'autre de cette position en décrivant un plan parallèle à celui qu'il décrivait d'abord.

En atteignant ensuite la partie rectiligne du chemin, il sera animé d'une vitesse dont la direction ne passera point par la verticale du point d'attache. Il se mettra par suite à tourner autour de cette verticale.

Ainsi, le mouvement du pendule, d'abord plan et perpendiculaire aux rails, après être resté parallèle à lui-même pendant le trajet courbe, finit par devenir tournant autour de la verticale du point de suspension, à son arrivée sur le chemin rectiligne.

On voit par là l'énorme influence qu'exercent les circonstances du mouvement à l'instant où s'opère chaque changement de direction.

3. Supposons qu'avant d'atteindre une courbe, pendant que la voiture marche en ligne droite, on écarte la boule du pendule de la quantité

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2},$$

dans la direction des rails. Si l'on abandonne ensuite le pendule à lui-même, il décrira des oscillations planes qui continueront tant que le chemin sera rectiligne.

Supposons de plus que, à l'instant où le point d'attache atteint la courbe du chemin, la boule soit parvenue au point le plus bas de sa course. Que va-t-il arriver?

La boule étant animée d'une vitesse capable de lui faire parcourir un cercle horizontal de rayon

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2},$$

se mettra à tourner, avec une vitesse constante, autour de la direction inclinée du fil à plomb; de sorte que, pendant tout le trajet curviligne, le pendule décrira un cône à base circulaire.

Si, à l'instant où le point de suspension quitte la courbe pour passer sur une nouvelle ligne droite, le pendule est vertical, il recommencera à osciller suivant un plan parallèle aux rails sur lesquels roule la voiture qui le contient.

Ainsi, les conditions initiales précédentes étant posées, dans une voiture parcourant un chemin de fer formé de deux lignes droites raccordées par un arc de cercle, un pendule qui oscille d'abord dans le sens d'une partie rectiligne du chemin, finit par osciller dans le sens de l'autre partie rectiligne; c'est-à-dire que le plan d'oscillation, au lieu de rester invariable, tourne d'un angle égal à celui que font entre elles les deux parties rectilignes du chemin de fer.

4. Si, dans l'exemple qui précède, on écarte, à l'origine, l'extrémité du pendule de la verticale d'une quantité moindre que

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2},$$

cette extrémité ayant au point le plus bas de sa course une vitesse moindre que celle qui lui ferait décrire un cercle autour de la direction du fil à plomb relative à la courbe du chemin, le pendule se mettra à décrire un cône ayant pour base une ellipse dont le plus grand axe sera perpendiculaire au chemin rectiligne parcouru.

Tant que la voiture restera sur le chemin courbe, l'extrémité du pendule décrira des ellipses successives orientées de la même manière dans l'espace. Mais dès que le point de suspension aura franchi la partie courbe, le pendule cessera de tourner autour de l'axe incliné, et il se mettra à décrire un autre cône elliptique autour de la verticale du point de suspension.

On a encore ici un exemple des modifications profondes qu'apportent les circonstances initiales au mouvement ultérieur.

On pourrait multiplier les exemples où les circonstances initiales sont telles, que le plan d'oscillation ne conserve pas sa direction primitive; mais je pense que les cas précédents suffisent pour prouver l'inexactitude du principe qu'on invoque ordinairement pour expliquer les phénomènes que présente le pendule de Foucault.

Ils démontrent jusqu' à l'évidence que pour résoudre le problème du mouvement d'un pendule simple faisant partie d'une voiture en marche, il ne suffit pas de définir l'état du pendule au départ et de donner l'angle formé par le premier élément du chemin avec le dernier; mais qu'il faut suivre pas à pas le pendule tout le long du chemin.

IV.

Dans tout ce qui précède, il est fait abstraction de la résistance de l'air et du mouvement diurne de la terre autour de l'axe des pôles. Je vais maintenant examiner les modifications que ces deux circonstances introduisent dans le mouvement d'un pendule faisant partie d'un train de chemin de fer.

La résistance que l'air oppose au mouvement d'un pendule est une fonction de la vitesse qu'il a par rapport à la voiture où l'air est en repos relatif. Lorsque cette vitesse est, comme dans le cas actuel, assez petite, on peut admettre que la résistance de l'air soit proportionnelle à la vitesse, de manière qu'on ait

$$-2a\frac{ds}{dt}$$

pour l'accélération due à la résistance, en désignant par a un coefficient dont la valeur dépend de la figure du pendule et de la densité de l'air.

Quant à l'influence exercée par la rotation diurne de la terre, il est connu que lorsqu'un corps est en mouvement à la surface de la terre, si l'on veut en rapporter le mouvement à des axes mobiles avec elle, il faut joindre à la force complexe [1] qu'on nomme *pesanteur* une nouvelle force dite *centrifuge composée*, perpendiculaire à la fois à la vitesse relative et à l'axe de rotation, dirigée, dans l'hémisphère boréal, à la droite d'un observateur qui suivrait la direction de la vitesse relative, et dont l'expression est

$$2\frac{P}{g}\Omega V_r \sin \widehat{\Omega, V},$$

Ω étant la vitesse angulaire de rotation de la terre, V_r la vitesse relative du corps.

Lorsque le pendule s'écarte peu de la verticale, le mouvement de son extrémité

[1] Complexe parce qu'elle est la résultante de l'attraction terrestre et de la force centrifuge.

libre se fait sensiblement dans un plan horizontal tangent au point le plus bas d'une sphère d'un rayon égal à la longueur du fil. Alors, si l'on décompose la force fictive en deux composantes, l'une verticale, l'autre horizontale, cette dernière est égale à

$$2 \frac{P}{g} \Omega \frac{ds}{dt} \sin \lambda ,$$

λ désignant la latitude géographique du point de suspension du pendule.

Commençons par considérer le cas où la voiture se meut en ligne droite. Rapportons le mouvement du pendule, en projection horizontale, à deux axes rectangulaires mobiles avec la voiture et passant par le point de suspension: l'axe des x dans le sens du mouvement de la voiture, l'axe des y dirigé vers la gauche du chemin.

Les composantes de l'accélération due à la résistance de l'air suivant les axes des x et des y sont respectivement égales à

$$-2a\frac{dx}{dt}, \qquad -2a\frac{dy}{dt}.$$

Les composantes de l'accélération centrifuge composée sont égales à

$$2n\frac{dy}{dt}, \quad -2n\frac{dx}{dt},$$

où l'on a fait

$$n = \Omega \sin \lambda .$$

Par rapport aux axes mobiles avec la voiture, les équations du mouvement, en projection horizontale, eu égard à la résistance de l'air, et à la rotation de la terre, seront

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2a\frac{dx}{dt} - 2n\frac{dy}{dt} + k^2 x = 0 ,$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2a\frac{dy}{dt} + 2n\frac{dx}{dt} + k^2 y = 0 ,$$

en négligeant la composante verticale de la force centrifuge composée, ce qui revient à supposer la tension du fil égale au poids du pendule.

Pour intégrer ces équations, qu'on rapporte le mouvement à deux axes rectangulaires mobiles $0x_1$, $0y_1$ tournant autour de l'origine 0 avec une vitesse angulaire égale et contraire à n. On aura

$$x = x_1 \cos nt + y_1 \sin nt ,$$
$$y = y_1 \cos nt - x_1 \sin nt ,$$

en supposant que, pour $t = o$, le nouveau système d'axes coïncide avec l'ancien.

En substituant ces valeurs dans les équations du mouvement, il vient

$$\frac{d^2 x_1}{dt^2} + 2a\frac{dx_1}{dt} + (k^2 + n^2) x_1 + 2any_1 = 0 ,$$

$$\frac{d^2 y_1}{dt^2} + 2a\frac{dy_1}{dt} + (k^2 + n^2) y_1 - 2anx_1 = 0 .$$

En intégrant, on trouve

$$x_1 = M e^{-(a-\alpha)t} \cos(\beta t + \mu) + N e^{-(a+\alpha)t} \cos(\beta t + \nu) ,$$

$$y_1 = M e^{-(a-\alpha)t} \sin(\beta t + \mu) - N e^{-(a+\alpha)t} \sin(\beta t + \nu) ,$$

où M, N, μ, ν sont des constantes arbitraires dont la valeur dépend des conditions initiales du pendule, et où l'on a fait par brièveté

$$\alpha^2 = an \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} \chi,$$
$$\beta^2 = an \cot \tfrac{1}{2} \chi,$$

χ étant donné par

$$\operatorname{tang} \chi = \frac{2an}{k^2 + n^2 - a^2}.$$

Ces équations représentent une spirale décrite autour du point de suspension dont elle s'approche de plus en plus.

Il est facile de faire voir que cette spirale est la projection horizontale d'une autre spirale, dont le plan est incliné d'un angle mesuré par

$$\operatorname{arc} \cos \frac{M - N}{M + N},$$

et qui s'approche beaucoup d'une spirale équiangle dans laquelle l'angle de la tangente avec le rayon vecteur est mesuré par

$$\operatorname{arc} \operatorname{tang} \frac{\beta}{a}.$$

Il suffit pour cela de faire tourner les axes des coordonnées d'un angle égal à

$$\frac{\nu - \mu}{2},$$

sans changer d'origine, et d'avoir égard à la petitesse de α [1].

Par rapport aux axes primitifs dont la direction est fixe, la spirale paraîtra tourner autour de son pôle dans le sens nord, est, sud, ouest, ou, ce qui revient au même, de la gauche vers la droite relativement à un spectateur placé sur la verticale du point de suspension.

Après avoir examiné le cas où le chemin est rectiligne, je passe à celui où la voiture franchit une courbe du chemin, comme dans la fig. 2. Ici, il faut faire intervenir deux nouvelles forces fictives, si l'on veut continuer à rapporter le mouvement à des axes mobiles avec la voiture et qui passent par le point de suspension: l'axe des x dans le sens du mouvement de la voiture; l'axe des y dirigé vers la gauche du chemin. Ces deux forces sont: l'une, la force centrifuge égale et opposée à la force centripète qui fait décrire à la boule du pendule un arc du cercle concentrique à l'arc que le point de suspension est obligé de parcourir; l'autre, la force dite *centrifuge composée*, perpendiculaire à la fois à l'axe de rotation et à la vitesse relative, et dirigée vers la gauche de cette vitesse, si la rotation a lieu de la gauche vers la droite.

[1] Pour un pendule de 1^m de longueur, terminé par une balle de plomb du diamètre de $0^m,015$ on a

$$a = 0{,}000\ 52$$

à peu près.

A la latitude de 45°, on a

$$n = 0{,}000052;$$

de sorte que

$$\alpha = 0{,}000\ 000\ 008\ 6.$$

Les composantes de la force centrifuge sont

$$\frac{P}{g}\omega^2 x, \qquad \frac{P}{g}\omega^2(R+y).$$

Celles de la force centrifuge composée sont

$$-2\frac{P}{g}\omega\frac{dy}{dt}, \qquad 2\frac{P}{g}\omega\frac{dx}{dt}.$$

En ajoutant ces forces à celles qui agissent dans le cas du chemin en ligne droite, on a

$$\frac{d^2x}{dt^2}+2a\frac{dx}{dt}+2(\omega-n)\frac{dy}{dt}+(k^2-\omega^2)x=0,$$
$$\frac{d^2y}{dt^2}+2a\frac{dy}{dt}-2(\omega-n)\frac{dx}{dt}+(k^2-\omega^2)y-\omega^2 R=0$$

pour les équations du mouvement dans le cas du chemin en ligne courbe.

Pour intégrer ces équations, commençons par transporter l'origine des coordonnées, sans changer la direction des axes, en faisant

$$x=x_1,$$
$$y=y_1+\frac{\omega^2 R}{k^2-\omega^2}.$$

Les deux équations ci-dessus deviendront

$$\frac{d^2x_1}{dt^2}+2a\frac{dx_1}{dt}+2(\omega-n)\frac{dy_1}{dt}+(k^2-\omega^2)x_1=0,$$
$$\frac{d^2y_1}{dt^2}+2a\frac{dy_1}{dt}-2(\omega-n)\frac{dx_1}{dt}+(k^2-\omega^2)y_1=0.$$

Rapportons ensuite le mouvement à deux axes rectangulaires O_1x_2, O_1y_2 tournant autour de l'origine O_1, avec une vitesse angulaire égale à $\omega-n$, et coïncidant, pour $t=0$, avec les axes Ox_1, Oy_1.

On aura

$$x_1=x_2\cos(\omega-n)t-y_2\sin(\omega-n)t,$$
$$y_1=x_2\sin(\omega-n)t+y_2\cos(\omega-n)t.$$

En substituant ces valeurs, dans les équations du mouvement, on obtient

$$\frac{d^2x_2}{dt^2}+2a\frac{dx_2}{dt}+(k^2+n^2-2\omega n)x_2-2a(\omega-n)y_2=0,$$
$$\frac{d^2y_2}{dt^2}+2a\frac{dy_2}{dt}+(k^2+n^2-2\omega n)y_2+2a(\omega-n)x_2=0.$$

En intégrant, on trouve

$$x_2=Me^{-(a-\alpha)t}\cos(\beta t+\mu)+Ne^{-(a+\alpha)t}\cos(\beta t+\nu),$$
$$y_2=Me^{-(a-\alpha)t}\sin(\beta t+\mu)-Ne^{-(a+\alpha)t}\sin(\beta t+\nu),$$

où M, N, μ, ν sont quatre constantes arbitraires, et α, β deux quantités données par

$$\alpha^2=a(\omega-n)\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}\chi,$$
$$\beta^2=a(\omega-n)\cot\tfrac{1}{2}\chi,$$

où l'on a fait

$$\operatorname{tang}\chi=\frac{2a(\omega-n)}{k^2+n^2-a^2-2\omega n}.$$

Ces équations de la trajectoire relative aux axes des x_2 et des y_2, parcourue, en projection horizontale, par l'extrémité du pendule, montrent que cette courbe est encore ici une spirale, qui est décrite autour d'un point écarté du point de suspension de la quantité

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2},$$

mesurée sur le prolongement du rayon qui aboutit au centre de courbure du chemin.

Par rapport aux axes primitifs fixes dans l'intérieur de la voiture, cette spirale paraîtra tourner autour de son pôle de la droite vers la gauche avec la vitesse angulaire $\omega - n$.

De tout ce que je viens d'exposer, il résulte qu'un pendule suspendu dans une voiture parcourant un chemin de fer, quelle que soit la vitesse initiale qu'il a reçue, pourvu qu'il s'écarte peu de la position d'équilibre, décrit un cône dont la base est une spirale.

Sur les parties du chemin en ligne droite, par suite de la rotation de la terre, ce cône tourne tout d'une pièce autour de la verticale avec une vitesse angulaire égale à n, dans le sens nord, est, sud, ouest; ou, ce qui revient au même, de la gauche vers la droite par rapport à un observateur placé le long de l'axe du cône.

Que si la voiture parcourt un arc de cercle de rayon R, le pôle de la spirale s'écarte de la verticale du point d'attache du pendule d'une quantité égale à

$$\frac{\omega^2 R}{k^2 - \omega^2},$$

mesurée sur le prolongement du rayon de courbure, et le cône tourne tout d'une pièce avec une vitesse angulaire égale à $\omega - n$ de la droite vers la gauche, quand le mouvement de la voiture a lieu de la gauche vers la droite par rapport à un spectateur placé debout au centre de courbure du chemin, ou avec une vitesse angulaire égale à $\omega + n$ de la gauche vers la droite, quand la voiture marche de la droite vers la gauche par rapport au même spectateur.

Avant de terminer cet écrit, je ferai remarquer que le mouvement diurne de la terre a pour effet non seulement de modifier le mouvement d'un pendule placé dans une voiture parcourant une voie de fer, mais qu'il tend à faire dévier la voiture elle-même vers la droite, et la ferait dévier réellement, si elle était libre dans le sens horizontal. A la vérité, la pression latérale qu'exercent les roues de la voiture contre les rails, à cause de la rotation terrestre, est fort petite, mais elle n'en existe pas moins.

D'après ce qu'on a vu plus haut, la pression exercée vers la droite est exprimée par

$$2 \frac{Q}{g} \Omega V \sin \lambda,$$

Q désignant le poids de la voiture.

Avec une vitesse du train de 15 mètres par seconde, la pression latér le est égale à $0^k, 1577$ par chaque tonne du poids de la voiture, à la latitude de 45°.

Il est naturel de comparer la pression latérale provenant de la rotation terrestre à la force centrifuge due à la courbure du chemin. Cette dernière a pour expression

$$\frac{Q}{g}\frac{V^2}{R}.$$

En égalant cette force à la pression provenant de la rotation terrestre, on en déduit

$$R = \frac{V}{2\,\Omega \sin \lambda}$$

pour le rayon de la courbe du chemin qui donnerait lieu à une force centrifuge égale à la pression causée par la rotation diurne de la terre.

Pour une vitesse du train de 15^m par seconde, on trouve

$$R = 145\,453^m$$

à la latitude de 45°.

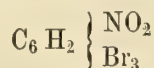
Sulla forma cristallina di alcune sostanze della Serie Aromatica.

Memoria del dott. RUGGIERO PANEBIANCO

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 4 maggio 1879.

I corpi qui appresso studiati fanno parte d'una serie di sostanze della serie aromatica preparate dal prof. Körner che me le ha gentilmente fornite.

Mononitrotribromobenzina simmetrica.

$$C_6H_2 \begin{cases} NO_2 \\ Br_3 \end{cases}$$

I cristallini studiati sono stati ottenuti per lenta evaporazione d'una soluzione della sostanza in alcool ed etere.

Sistema monoclino a:b:c = 0,651845:1:0,369545; η = + X : + Z = 99° 46'.

Forme osservate: (010), (001), (110), (011), (101), (121) fig. 1.

Combinazioni osservate : (001) (101) (110) (011); (001) (101) (110) (011) (121) id. (010) fig. 2.

Angoli	n [1]	Calcolati	Misurati
110:1$\bar{1}$0	12	*	65° 12'
011:0$\bar{1}$1	4	*	40° 1' 20"
110:011	6	*	71° 23' 40"
110:101	9	59° 45' 20"	59° 43' 30"
110:121	4	44° 52'	44° 50'

Sfaldatura perfetta parallela a (101).

Piano di geminazione parallelo a (101). Proiezione del geminato sul piano 010 fig. 3.

Angolo	n	Calcolato	Misurato
110:$\bar{\bar{1}}\bar{\bar{1}}\bar{\bar{0}}$	2	60° 29' 30"	60° 34' 10"

[1] n = numero degli angoli misurati.

La bisettrice acuta è negativa e devia poco dalla normale a (101).

Dispersione orizzontale. ($\rho < \upsilon$)

In una lamina di sfaldatura l'angolo degli assi ottici nell'olio è di 60° circa (luce ordinaria).

I cristallini studiati sono trasparenti ed hanno una leggerissima tinta giallo paglia. Nella direzione normale alle facce del prisma verticale il dicroismo è sensibile. Le due tinte sono: giallo paglia sbiadito, ed incolore.

I geminati sono frequenti.

BINITRO 1.3.4. TRIBROMOBENZINA.

$$C_6H\left\{\begin{matrix}(NO_2)_2\\Br_3\end{matrix}\right.$$

I cristalli giallo di zolfo furono ottenuti per lenta evaporazione d'una soluzione alcoolica. Fonde a 135°,5.

Sistema triclino a:b:c = 0,45560:1:0,45717.

$\alpha = 87°.\ 49'.\ 40''$; $\xi = 90°.\ 7'.\ 22''$
$\beta = 67°.\ 32'$; $\eta = 112°.\ 21'.\ 57''$
$\gamma = 84°.\ 36'.\ 15''$; $\zeta = 94°.\ 56'.\ 31''$

Forme osservate. (010), (001), (110), ($\bar{1}$10), ($\bar{1}$11), ($\bar{1}\bar{1}$1), (0$\bar{4}$1), fig. 4.

Combinazioni osservate. (010) (001) (110) ($\bar{1}$10) ($\bar{1}\bar{1}$1); (010) (001) ($\bar{1}$10) ($\bar{1}$11) ($\bar{1}\bar{1}$1) 0$\bar{4}$1) id. con (110) fig. 5.

Angoli	n	Calcolati	Misurati
110:1$\bar{1}$0	3	*	45° 34′
110:001	1	*	69° 12′
001:$\bar{1}\bar{1}$1	2	*	60° 26′
1$\bar{1}$0:001	5	*	69° 33′
$\bar{1}$11:$\bar{1}$10	3	*	52° 59′ 50″
1$\bar{1}$0:0$\bar{1}$0	9	71° 49′	71° 50′
010:001	7	87° 49′ 40″	87° 51′
001:0$\bar{4}$1	1	61° 7′	61° 9′
$\bar{1}$11:$\bar{1}\bar{1}$1	1	41° 37′	41° 52′
$\bar{1}\bar{1}$1:$\bar{1}$10	2	68° 41′	68° 43′

Sfaldatura perfetta parallela a (001).

Non avendo a mia disposizione sufficiente quantità di sostanza non ho potuto fare lo studio ottico completo.

Le proprietà ottiche osservate sono le seguenti:

Un piano di massima estinzione in una lamina di sfaldatura fa con lo spigolo [1$\bar{1}$0:001] un angolo di 2°.15′ (luce rossa) nella direzione del detto spigolo verso lo spigolo [110:001].

Sulla faccia $0\bar{1}0$ un piano di massima estinzione fa un angolo di circa 4° (luce ordinaria) con lo spigolo $[001:0\bar{1}0]$ verso lo spigolo $[0\bar{1}0:1\bar{1}0]$.

Sulla faccia $1\bar{1}0$ un piano di massima estinzione fa un angolo di circa 7° (luce ordinaria) con lo spigolo $[1\bar{1}0:110]$ verso lo spigolo $[1\bar{1}0:001]$.

Il piano degli assi ottici è quasi parallelo allo spigolo $[1\bar{1}0:001]$ discostandosi di circa 2° verso lo spigolo [110:001]. La bisettrice acuta negativa è quasi normale a (001). Dispersione rotatoria sensibilissima.

In una lamina di sfaldatura l'angolo degli assi ottici nell'olio = 74° circa (luce ordinaria).

Dicroismo molto distinto sulla faccia 010: giallo limone carico, e quasi incolore. Sulla base il dicroismo è meno sensibile: giallo limone sbiadito e giallo tendente al verde.

Sulle facce 110 e $1\bar{1}0$ il dicroismo è sensibilmente lo stesso che sulla faccia 010.

Come si scorge dagli angoli 110:001 e $1\bar{1}0$:001 e dagli angoli degli assi la sostanza si avvicina al sistema monoclino.

1 . 4 . Bromacetanilide.

$$C_6H_4 \begin{cases} Br \\ NH.CO.CH_3 \end{cases}$$

I cristalli studiati furono ottenuti per lenta evaporazione d'una soluzione alcoolica del detto corpo. Essi sono incolori.

Sistema monoclino a:b:c = 1,53838:1:1,43539. η = + X: + Z = 117°.12'.

Forme osservate: (100), (010), (001), (110), (210), (101), ($\bar{1}$02), ($\bar{1}$01), (012), fig. 6.

Combinazioni osservate: (100) (010) (001) (110) (210) (012); (100) (010) (001) (110) (210) (101) (012); (100) (010) (001) (110) ($\bar{1}$02) ($\bar{1}$01); (100) (010) (001) (110) (210) (101) ($\bar{1}$02) ($\bar{1}$01) (012) Fig. 7.

Angoli	n	Calcolati	Misurati
100:101	3	32° 37′	32° 44′ 30″
100:001	4	62° 48′	62° 49′
110:$1\bar{1}0$	6	107° 41′	107° 41′ 30″
100:210	2	34° 23′	34° 30′
012:$0\bar{1}2$	8	65° 6′	65° 5′
110:012	3	48° 34′	48° 32′
210:012	1	51° 33′	51° 18′
100:012	4	67° 20′	67° 24′
101:$\bar{1}$02	1	57° 59′	57° 44′

Sfaldatura perfetta parallela a (101); interrotta parallela a (100).

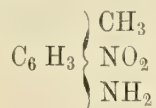
Un piano di massima estinzione fa sul piano di simmetria l' angolo 52° circa, luce ordinaria, con l'asse *c* verso l'asse *a*.

Sul piano 100 si vede un apice dell'iperbole.

Fra una cinquantina di cristalli osservati non rinvenni che in uno la combinazione (100) (010) (001) (110) (210) (101) (012).

Tre cristalli di aspetto bruttissimo mi presentarono la combinazione (100) (010) (001) (110) ($\bar{1}$02) ($\bar{1}$01) che affetta apparenza esteriore trimetrica; essendo l' angolo 100 : $\bar{1}$02 = 90° pros. (cal. 90°. 36′) e gli angoli 001 : $\bar{1}$02 (cal. 27°. 48′) e $\bar{1}$02 : $\bar{1}$01 (cal. 27°. 33′) presso a poco eguali.

Generalmente la combinazione predominante è quella dei tre pinakoidi; in alcuni cristalli però è molto sviluppata la forma (010) e poco sviluppate le forme (001) e (100).

Nitrotoluidina. 1. 3. 4.

$$C_6H_3 \left\{ \begin{array}{l} CH_3 \\ NO_2 \\ NH_2 \end{array} \right.$$

I cristalli furono ottenuti per lenta evaporazione d' una soluzione della sostanza in alcool ed etere.

Sistema monoclino. a : b : c = 1,35781 : 1 : 1,75472 ; η = + X : + Z = 125°.10′.

Forme esservate (110), (001), (011), ($\bar{1}$12), ($\bar{7}$72), fig. 8

Combinazioni osservate (001) (110) ($\bar{1}$12); (001) (110) ($\bar{1}$12) (011) id. ($\bar{7}$72) fig. 9 (troncata alla parte inferiore dal piano di sfaldatura come nei cristalli osservati).

Angoli	n	Calcolati	Misurati
011 : 0$\bar{1}$1	3	110° 14′ 10″	110° 14′
$\bar{1}$12 : $\bar{1}\bar{1}$2	2	82° 19′	82° 15′
110 : 1$\bar{1}$0	8	95° 58′	95° 58′
$\bar{1}$10 : 011	3	67° 6′ 30″	67° 6′
011 : $\bar{1}$12	2	29° 36′	29° 31′
$\bar{1}$10 : $\bar{1}$12	2	57° 51′	57° 48′
110 : 011	2	33° 54′	33° 51′
$\bar{1}$10 : $\bar{7}$72	1	8° 15′	8° 22′

Sfaldatura perfetta in lamine pieghevoli parallela a (001).

Piano di geminazione osservato parallelo a (001) fig. 10 (proiezione sul piano di simmetria del geminato studiato).

Il piano degli assi ottici è parallelo al piano di simmetria.

La bisettrice acuta è negativa e quasi normale alla base.

In una lamina di sfaldatura il piano degli assi ottici fa nell'olio un angolo di 77° circa (luce rossa).

Dispersione inclinata poco sensibile.

I cristalli hanno una tinta rossastra e sono trasparenti.

Il dicroismo è sensibilissimo nel senso normale ad una lamina sottile (meno di $\frac{1}{2}$ mill.°) parallela a 001; le due tinte sono: rosso tendente al giallo aranciato e giallo tendente al giallo aranciato.

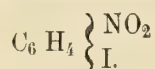
Nelle direzioni normali alle facce dei prismi (110) e ($\bar{7}72$) il dicroismo non è sensibile nei cristalli dello spessore di 1 mill.° e più; nei cristalli aghiformi, dello spessore inferiore a $\frac{1}{2}$ millimetro, il dicroismo è palese; le due tinte sono: rosso vinoso intenso e giallo aranciato.

I cristalli di questa sostanza sembrano a primo aspetto bellissimi, ma attentamente osservati è raro che essi presentino facce a superficie piana: le facce sono generalmente contorte, e come nei geminati, quasi sempre appannate. I cristalli si appannano alla superficie lasciati all'aria e tingono in giallo un pezzo di carta sottostante e soprastante ad essi. Questo corpo è alquanto solubile nell'olio che viene colorato in giallo aranciato. La maggior parte dei cristalli si presentano più allungati nel senso dell'asse verticale di quello che si è rappresentato nella figura 9, ed essendo ad una estremità troncati dal piano di sfaldatura o impiantati presentano le sole due facce anteriori del prisma (110) che con le due facce superiori del prisma ($\bar{7}72$) formano una piramide a quattro facce, e spesso per essere queste strettissime un ago molto acuminato.

Quando le facce dei prismi (110) e ($\bar{7}72$) non sono contorte mostrano ciascuna una striatura parallela agli spigoli d'intersezione di ciascuna delle dette forme con la base.

La fig. 11, rappresenta un cristallo della detta sostanza terminato ad uncino: la parte uncinata è evidentemente formata per la soprapposizione di cristalli tabulari (001) (110) ($\bar{1}12$) successivamente decrescenti in superficie e spostati nel senso dell'asse $+$ a.

1 . 3 . Nitroiodobenzina.

$$C_6 H_4 \begin{cases} NO_2 \\ I. \end{cases}$$

I cristalli sono incolori e si ottengono per lenta evaporazione d'una soluzione alcoolica della sostanza.

Sistema monoclino. a:b:c = 2,2961:1:1,1297. $\eta = + X : + Z = 104°. 38'$.

Combinazione osservata (100) (001) (110) (101) fig. 12 e 13.

Angoli	n	Calcolati	Misurati
110:$\bar{1}$10	14	*	48° 28′
100:101	5	*	52° 25′
100:001	4	*	75° 22′

Sfaldatura perfetta parallela a (100).

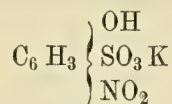
Piano di geminazione osservato parallelo a (100). Il geminato è rappresentato in proiezione sul piano di simmetria nella fig. 14.

In una lamina di sfaldatura si vede un apice dell'iperbole.

I cristalli di questa sostanza si ottengono difficilmente atti ad essere completamente studiati. Ricristallizzai la sostanza per venti volte e non mi fu possibile terminare lo studio sui cristalli ottenuti che sono incolori e si fondono tenuti nelle dita, dando un olio fortemente aromatico. La presenza di un pezzettino di ferro caduto nella soluzione alcoolica, colorò in una notte, il liquido in giallo, e quando si evaporò l'alcool, ottenni dei cristalli di qualche centimetro di lunghezza per 5 mill. circa di grossezza, che per colorazione e forma ricordano in cristalli del Diopsido di Val d'Ala.

Su questi cristalli potei compire lo studio incominciato sui cristalli incolori.

NITROFENOLSOLFONATOMONOPOTASSICO. 1. 2. 4.

$$C_6 H_3 \begin{cases} OH \\ SO_3 K \\ NO_2 \end{cases}$$

I cristalli studiati furono ottenuti dal prof. Körner che ne preparò la sostanza, e sono d'una bellezza sorprendente.

Sistema monoclino. $a:b:c = 1,70451:1:1,52466$. $\eta = +X:+Z = 117°. 58'.45''$.

Combinazione osservata (100) (110) (101) ($\bar{1}01$) ($\bar{1}11$) fig. 15 e 16.

Angoli	n	Calcolati	Misurati
100:110	8	*	56° 24′ 10″
100:10$\bar{1}$	3	*	64° 17′
101:$\bar{1}$01	7	*	82° 47′ 20″
110:101	5	62° 19′ 30″	62° 18′ 10″
110:10$\bar{1}$	5	76° 6′ 25″	76° 1′ 45″
110:$\bar{1}$11	3	57° 51′ 10″	57° 50′ 40″
$\bar{1}$10:$\bar{1}$11	3	35° 26′ 25″	35° 28′ 10″

Sfaldatura perfetta parallela a ($\bar{1}01$).

Il piano degli assi ottici fa un angolo di circa 4° (luce ordinaria) con l'asse *c* verso l'asse-*a*.

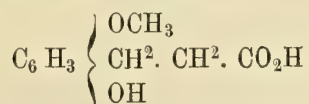
La bisettrice acuta è negativa. Dispersione rotatoria. ($\rho < v$)

$$2H_a = 66°. 10' \text{ (luce rossa).}$$

I cristalli di questa sostanza sono di un bel colore giallo di paglia e trasparentissimi. Il dicroismo è distinto normalmente alle facce del prisma verticale e della pinakoide 100; le due tinte sono: giallo chiaro, e incoloro quasi (spessore dei cristalli 3 mill. circa).

Su di una lamina di sfaldatura di $\frac{1}{2}$ millimetro il dicroismo non è sensibile.

ACIDO METIL-UMBELLICO.

$$C_6 H_3 \begin{cases} OCH_3 \\ CH^2. CH^2. CO_2H \\ OH \end{cases}$$

I cristalli furono ottenuti per lenta evaporazione d'una soluzione in alcool ed etere.

Sistema monoclino $a:b:c = 1,7131:1:3,5017$; $\eta = + X : + Z = 93°.58'$.

Forme osservate (100), (001), (010), (110), (115), ($\bar{1}$15), (015), la forma ($\bar{5}$07) fu osservata come faccia di sfaldatura, fig. 17.

Combinazioni osservate (100) (001) (110) (115) ($\bar{1}$15) (015) fig. 18 id. con 010.

Angoli	n	Calcolati	Misurati
100:001	6	*	86° 2′
110:$\bar{1}$10	2	*	60° 40′
001:$\bar{5}$07	1	*	58° 19′
001:110	5	88° 3′	88° 10′
001:$\bar{1}$55	2	39° 47′	39° 47′
015:$\bar{5}$07	1	64° 29′	64° 25′

Sfaldatura perfetta parallela a ($\bar{5}$07).

Il piano degli assi ottici è normale al piano di simmetria.

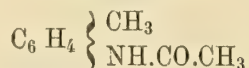
La bisettrice osservata è negativa e quasi normale a ($\bar{5}$07).

In una lamina di sfaldatura l'angolo degli assi ottici misurato nell'aria è 106°.20′ per il rosso, 107° per il violetto ($\rho < v$).

I cristalli si presentano come delle piccole tavolette a sei lati con la base sviluppata e poco lucente. Le facce delle forme (110) splendono benissimo; meno bene quelle della forma (100). Le forme (115) e ($\bar{1}$15) sono rappresentate da facce strettissime, e la forma (015) è rappresentata pure da facce piccole.

La forma (010) non fu vista che al microscopio.

1. 4. Acetoluide.

$$C_6H_4 \begin{cases} CH_3 \\ NH.CO.CH_3 \end{cases}$$

I cristalli furono ottenuti per lenta evaporazione d'una soluzione di alcool ed etere.

Sistema monoclino $a:b:c = 1,21654:1:0,78880$; $\eta = + X : + Z = 106°.7'.20''$.

Forme osservate (100), (001), (110), ($\bar{1}$11), (011), (021). Fig. 19.

Combinazione osservata: tutte le forme insieme fig. 20.

Angoli	n	Calcolati	Misurati
100:001	4	*	73° 52′ 40″
$\bar{1}$00:$\bar{1}$11	12	*	73° 8′ 40″
001:$\bar{1}$11	8	*	50° 6′ 30″
110:$\bar{1}$10	3	81° 6′	81° 7′
001:011	1	37° 9′	37° 7′
00$\bar{1}$:02$\bar{1}$	1	56° 36′	56° 37′

Sfaldatura perfetta parallela (001); meno perfetta parallela a (100).

Piano di geminazione osservato: parallelo a (001). Nella fig. 21 è rappresentato il geminato studiato in proiezione sul piano di simmetria.

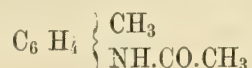
Angoli	n	Calcolati	Misurati
$100:\bar{1}00$	1	32° 14′ 40″	32° 15′ 30″
$110:\bar{1}\bar{1}0$	2	20° 48′	20° 56′

Il piano degli assi ottici è parallelo al piano di simmetria.

La bisettrice osservata è positiva ed è quasi normale a 001. In una lamina di sfaldatura parallela a 001, si trovò l'angolo degli assi ottici, nell'olio, per il colore rosso di 106°.10′ ($\rho < v$). La dispersione inclinata è molto debole.

I cristalli di questa sostanza qualora si lascino ingrandire presentano apparenza tabulare. I cristalli preparati dal prof. Körner che sciolsi per ottenere i cristallini misurati presentano la suddetta apparenza e consistono della forma (100) sviluppatissima della forma (110) assai poco sviluppata, e ad ambo le estremità sono generalmente terminati dal piano di perfetta sfaldatura.

Acetoluide 1. 4. (Trimetrica).

$$C_6H_4 \begin{cases} CH_3 \\ NH.CO.CH_3 \end{cases}$$

I cristalli di questa sostanza furono ottenuti cristallizzando per raffreddamento una soluzione alcoolica bollente dell'acetoluide 1. 4. appartenente al sistema monoclino: si ottengono pure cristalli di questa sostanza per subitanea cristallizzazione d'una soluzione alcoolica sopra saturata dell'acetoluide monoclina.

Sistema trimetrico . $a:b:c = 0{,}65147:1:0{,}32885$.

Forme osservate: (100), (010), (001), (110), (101), (121). Fig. 22.

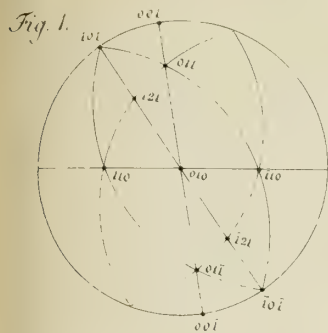
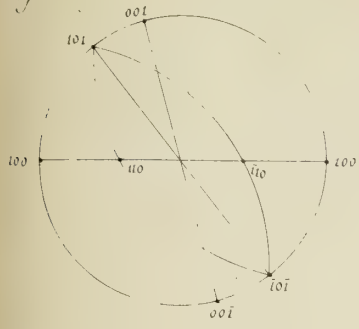
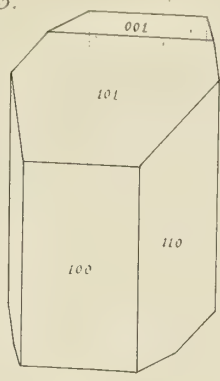
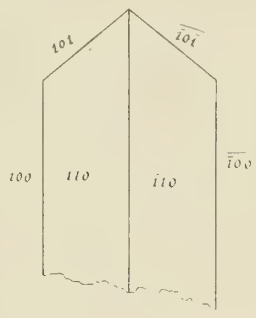
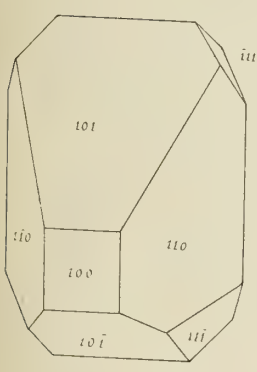
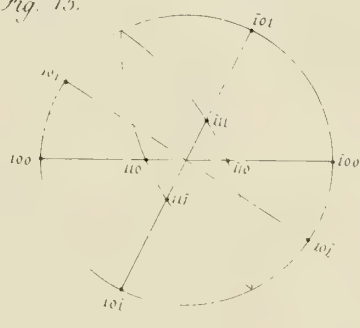
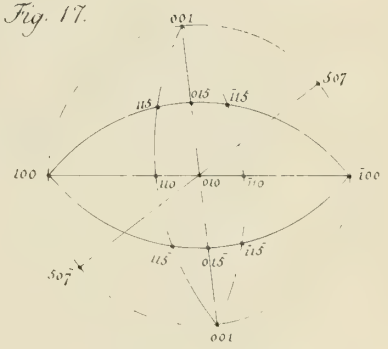
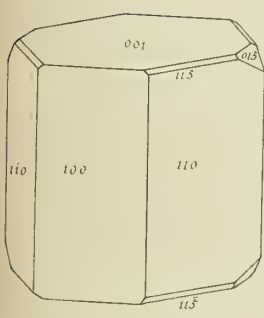
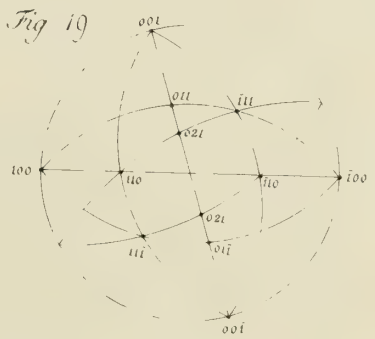
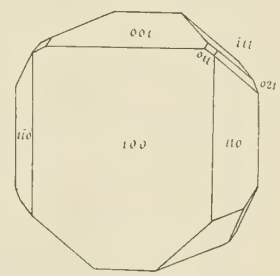
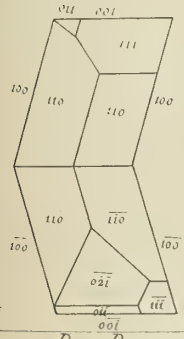
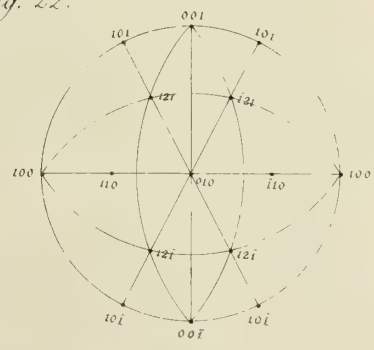
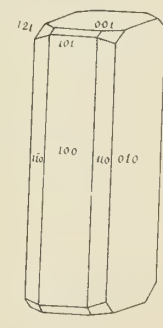
Combinazioni osservate (100) (010) (110) non terminata; (100) (010) (110) (101); (100) (010) (110) (101) (121) id. con (001). Fig. 23.

Angoli	Calcolati	Misurati
100:101	*	63° 13′
100:110	*	33° 5′
100:121	67° 8′	67° 20′

Il piano degli assi ottici è parallelo a (010). La bisettrice acuta è normale a (100). Doppia refrazione negativa $\rho < v$.

$2H_a = 84°.00'$ per il rosso.

I cristallini di questa sostanza sono in colori, e si presentano parte in aghetti (100) (010) (110) non generalmente terminati in modo distinto alle due estremità, e parte in aghetti, della stessa combinazione, ma appiattiti nella direzione normale a 100 e terminati alle estremità in modo distinto. I primi sono generalmente trasparenti, generalmente opachi i secondi. Questa sostanza presenta un caso interessante di dimorfismo con la precedente.

R. Panebianco. — Sulla forma cristallina di alcune sostanze della serie aromatica

Sulla teoria della pila voltiana.
Considerazioni del Socio GIOVANNI CANTONI
lette nella Seduta del 1 giugno 1879.

1. Rileggendo una vecchia Nota del prof. Belli ([1]), nella quale egli espone un ingegnoso artificio da lui ideato per rendere manifeste le opposte tensioni elettriche, provocate dal reciproco contatto in due metalli eterogenei, fermai la mia attenzione sovra un voto, col quale conclude quella interessante sua Nota. Egli si augura che i due partiti, i quali si contendono il campo per ispiegare la produzione della elettricità in una pila voltiana, se pure non possono addivenire ad un compiuto accordo, almeno accettino una tregua, in base ad alcuni patti, che egli vien loro proponendo.

Per quanto io abbia già più volte espresse le mie idee su questo argomento, e massime in un discorso pronunciato nel 1878 ([2]), volli in quest'incontro ripigliare da capo la quistione, partendo dalle nozioni meglio accertate che la meccanica e la fisica assumono oggidì per ispiegare gli effetti utili delle varie macchine motrici. E dietro questi riflessi, parmi d'essere riescito a formulare una dottrina compiuta delle condizioni di efficacia della pila, la quale richiede due principî, dimostrandoli egualmente necessarî.

Sebbene codeste idee si tengano nel campo della speculazione, tuttavia oso credere che si meritino qualche considerazione, in quanto pongono la teoria della pila su una base affatto concorde a quella riconosciuta per tutte le altre forme di motori meccanici e fisici.

2. Cominciamo dalla più semplice e meno dispendiosa forma di motore, qual'è un motore idraulico. Per esso è prima e necessaria condizione l'aver disponibile una caduta, cioè l'avere una massa d'acqua ad un dato livello, la quale possa scendere ad un livello inferiore, sia verticalmente, sia per un piano inclinato. Allora la forza motrice teorica di questa caduta è valutata col cosidetto lavoro motore L_m che essa può trasmettere ad una ruota motrice di conveniente forma, cioè col prodotto del peso p dell'acqua, che può trarsi dal livello superiore nella durata di un giorno, per la differenza di livello s fra il canale superiore di afflusso ed il canale inferiore di deflusso.

([1]) *Di un nuovo apparecchio per le sperienze su l'origine dell'elettricità voltiana.* Nota del prof. G. Belli, letta al Congresso degli scienziati in Milano il 24 settembre 1840.

([2]) *La mente di A. Volta.* Discorso del prof. G. Cantoni, recitato in Pavia il 28 aprile 1878, inaugurandovisi il monumento Volta.

Questi due elementi, per rispetto al lavoro che la ruota motrice potrà compiere in un giorno, rispondono il primo al limite massimo nella massa alla quale si potrà comunicare movimento, ed il secondo alla velocità massima che ad essa si potrà imprimere. Infatti la differenza di livello s fra i detti due canali ci dà la velocità v che acquisterà l'acqua giunta al punto infimo di sua caduta in opera della gravità, mercè la nota relazione $v^2 = 2gs$. Talchè, posti p ed m il peso assoluto totale e la massa dell'acqua cadente in un giorno, il corrispondente lavoro motore L_m sarà dato dalla $L_m = ps$, ed anco dalla $L_m = \frac{mv^2}{2}$, avendosi $p = mg$.

Ora quest' ultima espressione del lavoro motore, che chiamasi forza viva utile del sistema stesso motore, esprime altresì la *tensione* massima, che si avrebbe alla base di una colonna del liquido stesso, alta s unità lineari, ed avente la massa m per ogni unità di volume. Pertanto questa tensione massima del liquido motore, nell'atto in cui esso incontra la ruota motrice, dipende unicamente dalla ripetuta altezza di caduta s, o più propriamente dalla differenza di livello dei due canali.

Ma, affinchè ogni giorno si possa compiere l'anzidetto lavoro L_m, mercè la data ruota motrice, converrà che in ciascun dì sia possibile erogare dal canale superiore la massa totale m di acqua; altrimenti saremmo costretti a limitare il deflusso in proporzione alla *massa* ogni giorno disponibile nel serbatoio superiore.

Tuttavia, con questo congegno non avremo costituita una vera e *compiuta circolazione* di energia, atta a produrre un *lavoro* determinato, se non ci preoccuperemo del come ogni giorno potremo restituire al livello superiore una quantità d'acqua pari a quella che facciam scendere al livello inferiore. Allora appar chiaro che, a quest' uopo, bisognerà disporre di tale una forza motrice, che ritorni la massa m all'altezza s, ossia capace di compiere un lavoro $L_m = \frac{mv^2}{2}$ in verso opposto a quello sopra considerato. Epperò, in fin de' conti, il lavoro utile, che noi abbiamo tratto senza spesa dalla energia naturale, chiamata *gravità*, lo dovremo poi produrre a nostre spese, per risollevare l'acqua caduta al livello primitivo.

Vero è che noi non siamo abituati a considerare il problema sotto questo punto di veduta; perocchè è la natura stessa, la quale provvede, coll' impiego del calore solare, a far evaporare l'acqua che sta nei bassi livelli ed a sollevarla, in forma di vapore, alle maggiori altezze dall'atmosfera; dove, ricondensandosi in forma liquida, viene alimentando le sorgenti delle acque, che noi impieghiamo quali forze motrici, nel mentre scendono nuovamente ad un più basso livello. Ma è pur vero che, ove non intervenisse codesta opera del calore solare sulla superficie terrestre, l'uomo non avrebbe modo di utilizzare la gravità colle ruote idrauliche.

Pertanto la comune teoria dei motori idraulici non è completa. Cioè, per formulare una compiuta dottrina fisica del fatto, bisogna tener conto di tutto che occorre per avere una *circolazione continua* di acque dal livello superiore all'inferiore, e da questo a quello, ossia, per avere una vera *corrente*, la quale possa continuare a correre e ricorrere, in modo indefinito, un dato *circuito* continuo e chiuso.

Riassumendo, diremo che, per avere un motore idraulico completo, occorre anzitutto un'*altezza di caduta*, capace di produrre una *tensione* nel liquido motore, e

quindi una commisurata *velocità* nella ruota motrice. Vuolsi altresì disporre di tale una *quantità di calore*, da poter completamente vaporizzare una massa d'acqua determinata, e sollevarla di nuovo al livello superiore. Cosicchè gli elementi di questa circolazione continua sono due: 1° una *energia tensiva*, ovvero una *differenza di tensione*, correlativa alla caduta, e dovuta alla velocità finale di gravità nel liquido motore; 2° una *energia termica*, ovvero il calore speso per ricondurre l'acqua al punto di derivazione. Epperò la vera energia utile, per questo motore, non è la gravità, ma il calore solare. Tuttavia, senza la gravità non avremmo disponibile una energia tensiva, capace di imprimere una data velocità ad una massa determinata.

3. Un'altra forma di motore, che pur conosciamo bene, anzi, che comunemente è meglio compreso nel suo insieme che nol sia un motore idraulico, è la motrice a vapore.

Qui ancora abbiamo operante sull'embolo motore una *energia tensiva*, dovuta alla *differenza* di *tensione* nel vapore che tocca e preme su le due basi dell'embolo, e quindi dovuta alla differenza di livello s, corrispondente alla *differenza tra le altezze* che aver dovrebbero due colonne d'acqua, per esercitare alla loro base, rispettivamente, le anzidette due tensioni; talchè qui ancora colla $v^2 = 2gs$ conosceremo la velocità massima che potremo imprimere all'embolo motore. L'altro elemento, pel calcolo del lavoro motore L_m disponibile, sarà il volume V del vapore, che devesi generare nella caldaia ed introdurre ad ogni unità di tempo nel cilindro colla tensione massima f. Talchè si avrà $L_m = V(f - f')$, dove f' esprime (similmente in metri d'acqua) la tensione negativa o nociva, esercitata dal vapore o dai gaz residui nell'altra camera del cilindro, e che premono l'embolo in verso contrario al suo moto utile. Però la densità massima d del vapore a data temperatura essendo proporzionale alla sua tensione massima f, si potrà calcolare il peso p di vapore da prodursi nell'unità di tempo, e quindi le calorie C da comunicarsi all'acqua contenuta nel generatore per vaporizzarla alla temperatura stessa. Qui dunque il problema riesce ben determinato e chiaro. Se vuolsi ottenere, in modo continuo, da questo motore un lavoro L_m in un determinato tempo, converrà nel tempo stesso spendere tal quantità di calore C che valga, trasformandosi in energia cinetica, a compiere il lavoro L_m medesimo, anche senza tener conto del calore dissipato dalla macchina, sia per comunicazione ed irradiazione verso l'ambiente esterno, sia per vincere le interne resistenze tra le parti della macchina stessa.

In questo caso, nessuno s'immagina che la sola *differenza* di *tensione* o di livello del vapore premente sulle due faccie dell'embolo possa ingenerare e mantenere una *circolazione continua* di vapore fra le due camere del cilindro, pur compiendo un *lavoro esterno*. Ancor qui, come nel motore idraulico, la vera energia utile, che però in questo caso è quella che si paga, è rappresentata dalla energia termica, impiegata a produrre un determinato volume di vapore con una data tensione in un tempo assegnato. Allora non solo si avrà una vera *circolazione compiuta* fra le parti del meccanismo motore, ma una vera *corrente* utile, suscettiva di produrre un lavoro.

4. Condizioni affatto analoghe si verificano in quella forma molto nota di *circuito continuo*, o di *circolazione*, che si compie e si mantiene nell'organismo vivente di

un animale a respirazione polmonare. Vi è un flusso sanguigno centripeto, che reca il sangue da tutte le parti interne e superficiali dell'animale, per mezzo delle vene, al centro della circolazione, il cuore; e vi ha un'altro flusso sanguigno, che da questo centro, per mezzo delle arterie, procede alle parti tutte dell'organismo, sino ai vasellini capillari, dove i vasi arteriosi si anastomizzano coi vasi venosi. Codesti due flussi, di verso contrario, si accordano fra loro per costituire una *circolazione compiuta*. Ma questa cesserebbe tantosto, ove mancasse la *energia* contrattile o *tensiva* del cuore, ed ove non concorresse una pur continua produzione di *calore* entro l'animale stesso (termogenesi organico-respiratoria) atta a comunicare al cuore, in ogni unità di tempo, tante calorie, che valgano appunto, trasformate in energia cinetica, a produrre un lavoro corrispondente alla somma delle resistenze vinte dal cuore stesso per mantenere il flusso centrifugo anzidetto. In altri termini, anche in questo motore animale la vera *energia utile*, quella che produce un lavoro organico, sta nel calore ingenerato dall'atto respiratorio, cioè dalla combustione dei materiali nutritizî, ingeriti e digeriti dallo stomaco, che funziona da focolare, mentre che il cuore funziona da cilindro motore.

Pertanto, pur in questo caso, nessuno mai penserebbe che la sola energia tensiva o contrattile del cuore, quella appunto che determina la velocità nel sangue arterioso, valesse a mantenere la circolazione vitale, qualora mancasse la energia termica, veramente sfruttata, cioè ove cessassero gli atti nutritivi e respiratorî. Dalla *energia* contrattile o *tensiva* del cuore dipende quindi la *velocità* di iniziale impulsione del sangue, e quindi la rapidità delle varie funzioni organiche connesse colla circolazione stessa, la quale interviene come condizione necessaria negli atti nutritizî e respiratorî. Ma la *intensità* e la *quantità di lavoro* organico, producibile da un dato animale in un determinato tempo, avrà sempre diretta relazione colle *calorie* prodotte ed utilizzate pel compimento delle stesse funzioni organiche.

5. Se anche prendiamo a considerare alcune forme di elettromotori, le cui condizioni fisiche, attesa la semplicità maggiore della loro costituzione, ci sono meglio note che nell'elettromotore voltiano, possiamo giungere a conclusioni analoghe alle precedenti.

Così nell'*elettromotore termico*, non solo è facile riconoscere che la condizione fisica di questa elettromozione sta nel contatto di due metalli eterogenei, oppure nella disformità di struttura nelle parti contigue di uno stesso corpo. Ma perchè la *corrente* si produca e si mantenga tra questi corpi eterogenei, o tra le varie parti del corpo omogeneo, attraverso un *arco conduttore* che ne congiunge le estremità libere, vuolsi altresì che in qualche punto dell'arco stesso, e meglio in prossimità del contatto eterogeneo disforme, si applichi una fonte di *calore*, il quale, propagandosi in cosifatto circuito, e propriamente in corrispondenza al contatto anzidetto, subisce una trasformazione in elettricità; cioè una parte del calore comunicato al circuito viene trasformata in corrente elettrica. Però la *velocità* di questa sarà proporzionale alla forza *elettromotrice tensiva*, e quindi alla *differenza di livello* elettrico, o di potenziale fra le due parti eterogenee; laddove la *intensità* della corrente, ossia la quantità d'azione utile ottenibile dalla corrente elettrica, sarà proporzionale alla *quantità* di *calore* che nel circuito stesso vien trasformandosi in elettricità, in

relazione alla differenza di temperatura fra le parti di esso, ed alla loro conduttricità.

Talchè, anche in questo motore, la forza *motrice utilizzabile* sta nel *calore* trasformato in lavoro, e la condizione della trasformazione sta nella differenza del *potenziale termo-elettrico* nelle due sostanze, che costituiscono la coppia elettromotrice.

6. Analogamente in un *elettromotore meccanico*, qual'è la macchina elettrica a strofinìo, la condizione fisica dell'elettromozione sta nella differenza di *tensione elettrica* dei due corpi, le cui superficie si strofinano fra loro (quali sono d'ordinario il vetro ed un'amalgama metallico, col quale si spalma il cuscinetto): ma la *energia motrice* utilizzata in lavoro sta ancora nel *calore speso* per mantenere il movimento di distacco fra le parti strofinate, le quali, per la opposta loro tensione elettrica, si attraggono fortemente. Senza di ciò, nell'*arco conduttivo*, che congiunge fra loro le parti esterne de' due corpi strofinantisi, non si avrebbe una vera *circolazione continua*, cioè una vera *corrente*. E ancor qui la *velocità* di questa sarà proporzionale alla *differenza* di *tensione* fra i due corpi; mentre la *quantità d'azione elettrica* del motore sarà proporzionale alla *quantità di calore*, necessaria a mantenere il lavoro motore, commisurato al lavoro elettrico resistente.

7. Ora prendiamo in particolare esame la teorica di un *elettromotore voltiano*. Poniamo pure a base il fatto, scoperto dal Volta, il quale facilmente oggi si può porre fuori d'ogni dubbio, anche senza l'aiuto d'un condensatore, mercè un buon elettroscopio a pile secche, che, cioè, ponendo a contatto due dischi metallici eterogenei, ben puliti, e perfettamente secchi, e facendo arco fra le parti esterne di essi per mezzo di un conduttore umido, ancorchè questo non intacchi i due metalli, col separarli di poi, si trova che l'uno di essi spiega una tensione positiva, l'altro una tensione negativa, e che la differenza fra queste due tensioni varia notevolmente secondo la diversa natura dei metalli, che si fecero combaciare fra di loro.

Per dichiarare questo fatto il Volta suppose che codesti due metalli fossero dotati di diversa *forza elettromotrice*; maggiore in quello che, dopo il distacco, si presenta elettrizzato in difetto, che non nell'altro che risulta elettrizzato in eccesso: e ciò senza pretendere di assegnare la condizione fisica di questa loro scambievole azione. Egli ha però giustamente insistito su le due condizioni fondamentali necessarie ad ottenere questo fenomeno: la *eterogeneità dei due solidi* posti a contatto, e la loro comunicazione per mezzo di un *arco liquido*: supponendo che la forza elettromotrice fra due solidi prevalesse di tanto a quella verificantesi fra un liquido ed un solido, che questa si potesse ritenere quasi trascurabile.

Fin qui nulla vi sarebbe da obbiettare. Ben si può ammettere che due solidi, mercè la rispettiva loro differenza di forza elettromotrice, che potrebbesi denominare *tensione elettrica* (e che sarebbe corrispondente ad una diversa energia di impulsione data alla materia elettrica dai loro elementi), tendessero ad assumere un opposto stato elettrico; il quale però si farebbe manifesto soltanto coll'atto del loro distacco, cioè mercè lo sforzo esercitato nel momento di staccare i due corpi che, per opposto stato elettrico, acquistano una particolare aderenza (*aderenza elettrica*) fra di loro. E potrebbesi pur ammettere che, per la detta *differenza di tensione*, e per la supposta conduttività del liquido, si determinasse una circolazione, attraverso di questo,

fra il solido che ricevette un eccesso di elettricità e quello che ne rimase in difetto. Ma questa *circolazione*, per essere mantenuta, richiederebbe che il liquido conduttore avesse anche una facoltà, non considerata dal Volta, quella cioè di spiegare una *energia* (forza viva utile), capace di risollevare la stessa materia elettrica dal più basso livello, cui fu ridotta nell' un corpo, al livello superiore dell'altro: poichè, ove questa mancasse, si potrebbe muovere dubbio sulla presupposta esistenza di un diverso potenziale elettrico fra i due solidi a contatto.

8. Che se poi, ad onta di ciò, si volesse tuttavia ammettere la anzidetta circolazione, questa non avrebbe altra efficacia, fuor quella che noi riconosciamo nei così detti *moti pendolari*. In questi, allorquando una forza motrice abbia sollevata una massa grave ad un livello superiore a quello del suo equilibrio stabile, può ben questa, per gravità, nel discendere al livello inferiore, acquistare tale una velocità che, astrazion fatta dalle resistenze esterne, la può rialzare al medesimo livello di partenza: e la massa stessa potrà così, alternamente, discendere ed ascendere un numero indefinito di volte, senza però mai produrre alcun esterno lavoro, e pur senza vincere alcuna esterna resistenza. Poichè, ove ciò avvenga, il moto pendolare andrebbe rallentando, ovvero la detta massa si ridurrebbe mano mano ad un livello più basso del precedente. Talchè la gravità e la inerzia, pur sempre operando, produrrebbero effetti decrescenti, e tanto più rapidamente quanto maggiori fossero le supposte resistenze vinte od i supposti lavori compiuti. Così, ad esempio, per mantenere il moto nel pendolo regolatore degli orologi, è giocoforza applicare un peso motore, il quale tratto tratto solleciti, colle successive sue cadute, l'asse di oscillazione del pendolo stesso.

Ma quest' esempio chiarisce altresì, che il solo dato di un *dislivello* non può per sè determinare una *circolazione* completa e continua, ma soltanto provocare un moto oscillatorio di breve durata, quale potrebbesi verificare fra due tubi, comunicanti tra loro inferiormente, nell'uno de' quali fosse dapprima il liquido a più alto livello. Poichè, ridottosi esso nei due tubi ad eguale livello, per mantenere la circolazione, cioè una vera *corrente continua* di liquido, non basterebbe stabilire un canale orizzontale di comunicazione fra le parti superiori dei due tubi (1); ma necessiterebbe il dispendio di una energia impulsiva, la quale, in opposizione alla gravità, sollevasse il liquido dall' una banda, per lasciarlo poi discendere dalla banda opposta; cioè vorrebbesi una forza sollecitatrice continua, atta a compiere il lavoro

(1) Il Volta, nella 4ª delle sue lettere (inedite) al Vassalli (vedi pag. 68 e 69 del mio discorso succitato), dopo aver detto « che due soli conduttori, comunque diversi, non bastano ancora a *formare il circolo*, equilibrandosi in tal caso le azioni volte in senso opposto ne' due combaciamenti simili », asserisce giustamente che nel circolo conduttore devono entrare almeno tre corpi diversi « acciò, egli dice, prevalendo l'azione che spinge il fluido elettrico da destra a sinistra, o da sinistra a destra sopra quella che lo spinge in direzione contraria, in virtù dei combaciamenti dissimili, ne venga *determinata la corrente in giro*. Vi vuole cioè, che un conduttore umido sia interposto a due conduttori metallici diversi tra loro ». Ciò sta bene; ma io aggiungo che, per *mantenere* la corrente in giro, e perchè questa *produca un lavoro*, occorre che in questo arco umido s' ingeneri un'energia motrice, rispondente al lavoro stesso. Se no, s'avrà un circuito infecondo per l'esterno, come quello dei tre tubi comunicanti qui sopra divisati.

di sollevamento del liquido stesso, in un modo analogo a quello indicato sopra per un motore idraulico.

Pertanto la forza elettromotrice voltiana, al pari della gravità, potrà bensì determinare un movimento in una data direzione, cioè potrà dare *una prima impulsione* alla presupposta materia elettrica; ma questa non potrà, attraverso *l'arco conduttivo*, costituire una *corrente continua*, atta a produrre qualsiasi effetto esterno, se nel circuito stesso non sopraggiunge, come accade per il moto pendolare, una *nuova forza impulsiva*, paragonabile al peso motore nell'orologio, o meglio una *energia termica*, paragonabile al calore solare nel motore idraulico, od al calore di combustione nel motore a vapore, od al calore animale nell'elettromotore a strofinio ed infine alla fonte calorifera nell'elettromotore termico.

9. Or ecco appunto di che principalmente si preoccuparono i sostenitori della teoria chimica della pila. Essi cercarono la energia che si paga, quella cioè che risponde al lavoro prodotto da una *corrente voltiana*, allorchè questa sia veramente *operativa*, e non rimanga soltanto in istato di *tensione*.

Ma d'altra parte, essi ebbero torto di non preoccuparsi di quell'altra energia, che non si paga, qual'è nel motore idraulico la gravità, e qual'è nella pila voltiana la forza elettromotrice del contatto eterogeneo; senza della quale, come nel motore idraulico senza la gravità, mancherebbe la forza impulsiva, che determina la velocità della corrente, commisurata alla differenza di livello o di tensione elettrica in una parte del circuito.

Perocchè le azioni chimiche compientisi entro la pila ponno bensì motivare una produzione continua di calore, capace di darci un lavoro esterno; ma allora la pila, operando a circuito aperto, agirebbe come una semplice *fonte di calore*. Cioè questo calore non assumerebbe forma di *corrente elettrica*, non intervenendo la trasformazione del calore stesso in energia elettrica, per opera della differenza di *tensione*, dovuta al *contatto eterogeneo*. E ciò nel modo stesso che nel motore termoelettrico non si avrebbe la *circolazione* del calore dato dalla fonte, se non intervenisse l'*eterogeneo contatto* in una parte del circuito, cioè la *forza motrice termoelettrica*, la quale sola ha virtù di trasformare la corrente termica in *corrente elettrica*.

Si noti però, proseguendo in questo paragone, che senza la fonte di calore, data dall'azion chimica interna nella pila, non si avrebbe la energia utile per compiere, all'esterno della pila stessa, qualsiasi azione chimica, o termica, o meccanica; del pari che nel motore termo-elettrico, senza una fonte di calore, applicata in un punto del circuito, non si avrebbe modo di produrre una corrente elettrica, utilizzabile come energia motrice in altro punto del circuito medesimo.

Oltre a ciò, come nel motore termo-elettrico non si utilizza tutto il calore ad esso comunicato dall'esterno, ma soltanto quella quantità di calore che circola in più da un punto ad altro del circuito stesso (secondo la loro differenza di temperatura o di tensione termica), ossia quella che si manifesta sotto forma di corrente elettrica, fra le giunture calde e le meno calde della pila termo-elettrica; così ancora nell'elettromotore voltiano non si utilizza tutto il calore svolto dalle varie azioni chimiche compientisi nell'interno della pila, ma soltanto quella quantità di

calore, che è dovuta ad una azione chimica *elettricamente orientata* (come io la chiamo), quella cioè che può dirsi veramente circolante fra uno ed altro punto del circuito chiuso, sia sotto forma di *energia elettrolitica* (capace cioè di produrre un'azione chimica scomponitrice esterna), sia sotto forma di *energia termica* (atta cioè ad ingenerare calore in un punto esterno della pila stessa).

10. In base a queste considerazioni, io spero di poter mostrare, in una seconda Nota su questo medesimo argomento, che, restando pur ferma la formola fondamentale di Ohm, la quale collega la intensità d'azione d'una corrente voltaica colle forze elettromotrici delle coppie e colle varie resistenze interne ed esterne del circuito, essa però riceve da questa dottrina un significato più esplicito dal lato fisico e meccanico, cioè in riguardo alle condizioni fisiche fondamentali della produzione della corrente, e della efficacia di essa come forza motrice.

Intanto io penso che le cose sin qui esposte possano giovare in appoggio d'un concetto, ch'io reputo fondamentale per la fisica moderna: quello cioè che tutte le forme di energie fisiche, che l'uomo può sfruttare nelle varie macchine motrici finora ideate, si risolvono sempre nell'impiego della forza viva posseduta dalle molecole dei corpi, quella che risponde alla loro temperatura od alla loro tensione termica.

Sugli strati miocenici del Casino (Siena) e considerazioni sul miocene superiore.

Memoria del dott. DANTE PANTANELLI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 6 aprile 1879.

Introduzione bibliografica.

Il primo geologo che abbia parlato degli strati del Casino, essendo questa località quella che in questo giacimento ha fornito il maggior numero di fossili, è stato il Soldani. Nel primo volume della sua classica opera (*Testaceographiae ac Zoophytographiae,* Siena 1789) a pag. 195 al capitolo intitolato « animadversio in carbonem « fossilem » distinguendo le varie specie di carbone fossile a seconda della loro origine si esprime colle seguenti parole: « Secunda species est lacustris vel palustris, quae « plerumque stratosam se exhibet, et ex carbonis et piligni fragmentis compositam. « Hujusmodi ea foret, quae reperitur........ in valle LORNANI et CAMPO DI FIORE ad « novem circiter milliaria ab Urbe Senarum » ..... Siccome più sotto riferisce alla terza specie, la lignite depositata in sedimenti marini tra i quali cita quelli non molto lontani del torrente Bolgione o Boggione, è notevole come il Soldani fino dai suoi tempi avesse distinto dalle marne marine quelle di Lornano, cura situata a forse un chilometro dal Casino, riconoscendo la loro origine lacustre o palustre.

Dopo questo breve cenno del Soldani è il sig. Capellini che primo fra tutti fece notare l'importanza degli strati del Casino, che per la presenza dell'*Hipparion gracile* Kaup. riferì agli strati di Pikermi in Grecia (Atti del congresso dei natur. italiani 1872).

Il sig. Rütimeyer dette un elenco dei vertebrati di questa località nel 1876 (*Ueber Pliocän und Eis. auf beid. Seit. d. Alpen*) fornitogli dal sig. C. F. Major il quale poi nella sua Memoria (*Consid. sulla fauna dei mam. plioc. della Tosc.* Atti Soc. scien. natur. tosc. vol. I e vol. III, 1874-1878) fornì un più ampio ragguaglio dei vertebrati del Casino.

In quest'ultimo lavoro il sig. Forsith Major riferì, contrariamente al Capellini, gli strati del Casino al pliocene; fu contradetto da me, facendo notare la differenza fra i vertebrati del Casino e quelli del Val d'Arno (*Sul pliocene dei dintorni di Siena*, Atti Ac. Fisiocritici 1876); dal sig. De-Stefani nelle due sedute della Società di scienze naturali toscana del 2 luglio 1876 e 6 maggio 1877.

Una breve Nota dei fossili vegetali del Casino dietro le indicazioni del Sordelli fu pubblicata dal sig. Campani nel 1873 (*Comb. foss. della prov. di Siena*). Altro catalogo

più esteso fu pubblicato dal sig. Peruzzi nel 1876 (*Descr. di alcune filliti della lignite del Casino.* Nuovo giorn. botan. ital. VIII, 1876).

Nello stesso anno il De-Stefani nella sua pregevolissima Memoria non ancor terminata di pubblicare (*Molluschi continentali plioc. e ordin. loro.* Atti Soc. scien. nat. tosc.) tornò nuovamente a sostenere che gli strati del Casino dovevano riferirsi al miocene superiore.

Nel resoconto annuale del museo dell'Accademia dei Fisiocritici per l'anno 1876 pubblicai una Nota di molluschi fossili e di avanzi di vertebrati del Casino.

Nel 1877 il sig. Fuchs (*Stud. über die Glied. der jüng Tertiärbild. ob. Ital.* Sitz. der. k. Akad. Wien 1877) dando relazione di un suo viaggio in Italia, parlò lungamente della sua visita agli strati del Casino e riferì quei terreni al pliocene inferiore e più precisamente ai *Congerienschichten.*

Il De-Stefani rispose contraddicendo il Fuchs nel Bull. del R. Comit. geolog. 1877, pag. 392, in una Nota inserita nella seconda parte del suo lavoro *Molluschi continentali* ètc.; nelle Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt n. 18, 1878, e in altra Nota inserita nel Bullettino del R. Comitato geologico nel 1878.

Il sig. Gaudry (*Enchaînements du monde animal*) in uno specchio dei terreni terziarî d'Europa, in principio della sua opera stando alle indicazioni del Rütimeyer e del Major pone gli strati del Casino nel pliocene; avendo però durante la pubblicazione della sua opera visitato questa località, nella qual circostanza io ebbi l'onore di accompagnarlo, corresse in una nota finale il suo apprezzamento, restituendo al miocene gli strati del Casino.

Completerò la storia bibliografica di questi strati rammentando che nel laboratorio chimico della R. Università di Siena, sotto la direzione del sig. Campani sieno state fatte in diversi tempi, analisi delle ligniti di questi strati; simili analisi furono anche fatte dal sig. Bechi il quale rinvenne due idrocarburi peculiari a queste ligniti, lavori tutti, pubblicati nei tempi in cui furono eseguiti.

Tutti i fossili che verranno citati in questo lavoro, in parte da me stesso raccolti, a meno che non ne faccia speciale menzione, sono conservati nel museo della R. Accademia dei Fisiocritici in Siena dove dai miei antecessori nella direzione dei musei e da me stesso è stato sempre cercato di raccogliere e conservare il più che fosse possibile di tutto ciò che può avere attinenza alla storia naturale della provincia.

Fossili di questa località trovansi anche altrove; ne possiede molti il sig. Castelli di Livorno, altri si trovano presso il sig. Masson a Colle; il sig. Capellini deve pure averne degl'interessanti nel museo da lui sì dottamente diretto nell'Università di Bologna; forse in altri musei d'Italia si troverà pure qualche cosa di questi strati, ch'io mi sappia però non deve trovarvisi molto d'importante.

Descrizione degli strati.

Gli strati del miocene superiore del Casino raggiungono la massima estensione tra Lornano e Quercegrossa a circa 9 chilometri al nord-nord-ovest di Siena. Il punto più meridionale dove si affondano sotto gli strati pliocenici è al ponte del Boggione nella strada Chiantigiana Senese; al nord si estendono fino al torrente Carfini in prossimità

di Poggibonsi occupando così una lunga e ristretta zona (tav. I) di circa venti chilometri diretta dal nord-ovest al sud-est.

La loro massima larghezza è dove i calcari eocenici del Chianti si accostano maggiormente all'infralias della montagnola senese, e mentre nella parte centrale sono completamente scoperti appoggiandosi manifestamente o sul calcare cavernoso infraliassico, o sopra i calcari eocenici, nelle estremità spariscono grado a grado sotto i terreni pliocenici, apparendo solo in lembi isolati nel fondo dei torrenti.

Questa condizione mi dispensa dal descrivere con maggiori dettagli i confini del giacimento che potranno più rapidamente dedursi dalla carta annessa a questo lavoro (tav. I).

Dove gli strati del Casino sono ricoperti da strati pliocenici, questi appartengono sempre alla zona litorale; così nel torrente Boggione, al Poggiolo, a Basciano e in generale sul confine sud-est, sono coperti da uno strato di grosse ghiaje provenienti dal calcare cavernoso e che forse non potrebbe staccarsi dal miocene superiore; in tutte le altre località sono sottostanti o alle sabbie gialle, o a strati a Cardium e Cerizi, o a ghiaje di alberese.

Esaminando questi strati successivamente dal più recente al più antico, accennerò per primo quello che comparisce nel torrente Boggione. Di questo scrisse il De-Stefani (Bullett. Comit. geol. 1878) ed è costituito da una marna grigia finissima con *Melania curvicosta* Desh. e altre specie salmastre se non d'acqua dolce; è sottoposto a quello strato di ghiaje a grossi elementi di calcare cavernoso di cui ho detto pocanzi e che più non comparisce in tutti gli altri strati pliocenici superiori; è infatti notevole come questa roccia che ha fornito i suoi detriti a questo strato immediatamente sovrapposto al miocene superiore fossilifero, cessi di comparire in tutti gli strati pliocenici superiori che contengono solo detriti dei calcari eocenici e cretacei, quasi che debba ritenersi come è probabile, che i calcari infraliassici sempre emersi nel miocene superiore sieno stati nuovamente sommersi durante il pliocene; un altro argomento che potrebbe essere favorevole alla riunione di queste ghiaje con il miocene superiore consisterebbe in una leggera trasgressione con gli strati pliocenici, trasgressione che pur mantenendo la stessa direzione si esagera in tutti gli strati successivi e sottoposti.

Sotto allo strato del Boggione a *M. curvicosta,* fossile che non ho potuto rintracciare altrove, compare immediatamente uno strato di marna grigia, il cui spessore può valutarsi dai cinque ai sei metri, con avanzi di una grande Dreissena che sebbene molto frequente non riesce facilmente determinabile; questo strato può continuarsi quasi senza interruzione per più chilometri dal torrente Boggione sotto alle Tolfe, fino alla sommità della collina dove trovasi la cava di lignite del Casino, per poi riprenderlo dopo Topina fin presso all'estremità settentrionale lungo i Carfini. In questo strato trovasi l'*Helix Senensis* grossa specie di elice, la più grossa che sia conosciuta anche attualmente in Europa, non cedendo in grandezza neppure alle *Pomatias* del nord d'Europa.

Sotto agli strati che contengono questi due fossili trovasi un potente strato di marna di sopra a venti metri di spessore, nel quale sono stati raccolti la massima parte dei fossili vegetali di questa località. Questo strato offre la sua massima potenza al Casino stesso e al Molinuzzo sotto il Castellare.

A questo fa seguito il banco di lignite che si scava al Casino in tre diverse località e al Molinuzzo. Lo strato ha in qualche posto lo spessore di circa quattro metri ed è inclinato da nord a sud come sono inclinati nella stessa direzione tutti gli strati di questo giacimento che si trovano al sud dei torrenti Massinina e Gena. Alla cava antica del Casino e a quella della Boria, la parte superiore di questi strati è costituita da una marna bruna lievemente sabbiosa, impasto d'argilla, di avanzi di *Chara*, di altri frantumi vegetali e detriti di conchiglie tra i quali possono distinguersi parti di una piccola Dreissena, diverse Melanopsis, Melanie, Nematurelle, Paludine ecc: sottostà a questo primo strato uno di torba o lignite molto argillosa con i soliti detriti di conchiglie; è in questo strato che sono stati raccolti il maggior numero di avanzi di vertebrati, dei quali più lungi come degli altri fossili darò una nota più dettagliata. Sotto alla torba trovasi il vero banco di lignite coltivato da diversi anni con frutto notevole; il banco di lignite xiloide è costituito da tronchi, rami e ceppaje distribuite confusamente senza ordine alcuno; il Fuchs (*Stud. üb. Glied.* ecc. pag. 14 estr.) dice di aver osservato ceppaje di piante con le loro radici come se fossero in sito; questo a me non è mai occorso, nè credo possa anche per altre ragioni ritenersi che quel banco di lignite abbia origine diversa dal trasporto di legnami fluitati dalle acque e depositati dove oggi si trovano; così in una delle ultime visite fatte in questa località ho potuto osservare un tronco in posizione orizzontale lungo più di sei metri, nè per quanto abbia esaminato, ho riscontrato ceppaje nella loro supposta originaria posizione; d'altra parte se questo fosse, dovrebbero essere distribuite molto più regolarmente nel banco stesso, mentre si trovano senza ordine alcuno più alte o più basse, ravvicinate o lontane e in tutte le posizioni possibili.

Questo banco di lignite è coltivato in tre località prossime tra loro e in altra lontana al Molinuzzo; si presenta per tutto nelle identiche condizioni e con gli stessi fossili, salvochè al Molinuzzo, manca lo strato di torba passandosi direttamente dagli strati ad *H. Senensis* a quelli della lignite xiloide. Nelle ligniti e nella torba abbondano cristalli di pirite, che esposti all'azione dell'acqua e dell'aria si ossidano e producono la combustione spontanea dei rigetti della miniera. Sono notevoli in questi strati dei piccoli cristalli di nuova formazione di quarzo grigio, come pure una resina aderente ai tronchi di lignite non per anco studiata, e gli idrocarburi segnalati dal Bechi.

Alla lignite fa seguito un potente strato delle solite argille grigio-chiare poverissime di fossili ed ove a mala pena trovasi qualche rara Dreissena e qualche Nematurella.

La potenza di questa massa argillosa non è facilmente misurabile, ma tenendo conto della inclinazione degli strati non credo di essere molto lungi dal vero valutandola una sessantina di metri; questi strati a misura che si approfondano divengono prevalentemente calcarei e presso le Gallozzole nel fondo del torrente sono costituiti da una marna bianca piena zeppa di *Dreissena simplex;* gli strati conservano questo nuovo carattere per un dieci metri circa, dopo di che tornando nuovamente ad essere argillosi non quanto negli strati superiori si presentano ricchi di fossili specialmente dei generi, Melania, Melanopsis, Nematurella e Neritina.

Fin qui ho descritto gli strati che si trovano tra le colline di Topina e Siena; al di là di Topina l'inclinazione degli strati cambia e mentre dalla parte di Siena

pendono verso il sud-est, a Topina scendono ad est, per poi pendere al nord di Topina verso nord-est. È presso Topina che fu altre volte aperta la cava di lignite dei Tenditoi, e lo strato lignitifero inclinato di 45° verso est fu seguìto per la distanza di novanta metri, e fino alla profondità di sessanta metri dal sommo del colle; la coltivazione di questo strato fu presto abbandonata per la difficoltà dell'escavazione non compensata dall'abbondanza del carbone; è costituito da diversi straterelli di lignite separati da leggeri banchi d'argilla.

È in questa località e specialmente nel tratto tra Topina e Lornano che si possono osservare questi strati secondo la loro massima potenza, che io valuto, compresi quelli a questi superiori del Boggione, in circa duecento metri; con questo spessore non si giunge ancora al miocene medio ossia con maggior precisione ai primi strati marini miocenici per comune consenso dei geologi riposti nel miocene medio.

Nelle fratture degli strati che sono assai comuni, si riscontrano cristalli di gesso non molto voluminosi; però il gesso stratificato regolarmente così comune in tutte le formazioni di questo periodo, manca assolutamente in questi giacimenti.

Al di là di Topina e nel torrente Gena seguitano gli strati marnosi miocenici con inclinazione varia prevalente al nord e nord-est con gli stessi fossili e con qualche raro affioramento di lignite (s. Fabiano, Carfini). Lungo la strada che da Topina conduce alla provinciale Siena-Poggibonsi gli strati sono, specialmente presso il loro confine con i calcari eocenici, lievemente sabbiosi, e per questo nuovo carattere litologico perdono il loro colore grigio per assumere quello più giallo caratteristico delle sabbie plioceniche; la presenza però degli stessi fossili ne tradisce la origine, così lungo la strada da Topina a Liliano, per quanto all'apparenza potessero gli strati simulare le sabbie gialle, vi ho raccolto la *Melania elongatissima*, la *Dreissena simplex* e la *Nematurella Dalmatina*.

Oltrepassato Liliano questi strati cominciano a sparire nuovamente sotto al pliocene, comparendo solo nelle vallate più profonde dei Ritorti e dei Carfini sino a che compaiono per l'ultima volta lungo i Carfini sotto la villa di Lecchi, estremo settentrionale di questo giacimento.

Noterò infine la presenza di una sorgente lievemente sulfurea a Poggio Orlando presso Lornano, e una sorgente salino-magnesiaca presso s. Fabiano sui Carfini.

La marna argillosa del Casino saggiata col metodo e apparecchio di Geissler ha dato il 35,78 per cento di carbonati; quella delle Gallozzole il 70,23 per cento; in ambedue i casi la materia fu essicata alla temperatura di 110°.

Avanzi fossili.

Vegetali. Negli avanzi fossili del Casino sono state riconosciute dal sig. Peruzzi (*Descr. di alc. filliti degli strati del Casino*) le seguenti specie vegetali: « *Chara Escheri* Ung., *Sequoja* sp., *Glyptostrobus europaeus* Ung., *Widdringtonia Hungeri* Heer, *Typha latissima* Al. Br., *Sabal mayor* Ung., *Fagus dentata* Ung., *Quercus etymodris* Ung., *Castanea Kubinyi* Kov., *Salix angusta* A. Braun., *S. denticulata* Heer, *S. tenera* Br., *S. media* Heer, *Platanus aceroides* Goepp., *Liquidambar europaeum* A. Br.,

Planera Ungeri Ett., *Protea lingulata* Heer, *Laurus princeps* Heer, *Benzoin antiquum* Heer, *Cinnamomum polymorphum* Heer, var. *ovalifolium, C. Scheuchzeri* Heer, *Diospirus anceps* Heer, *Asinima Meneghinii* Gaud., *Acer Ponzianum* Gaud., *Sapindus densifolius* Heer, *Juglans Strozziana* Gaud., *J. acuminata* Brong., *Pterocarya Massalongi* Gaud.»: a queste vanno aggiunte le altre specie: *Cassia ambigua* Ung., e *Pinus Haidingeri* Ung.

Crostacei. Fin ora il genere *Cypris* è il solo rappresentante nelle marne del Casino di quest'ordine; è comunissima una piccolissima specie a guscio liscio affine se non identica al *Cypris faba* Dsm.

Molluschi. *Helix Senensis* Pant. — Molinuzzo, Casino, Farneta.

Questa grande elice appartiene al tipo dell'*H. Caixii* Mch.; ne differisce per l'ultimo anfratto maggiormente globoso e per le dimensioni assai maggiori; gli anfratti sono lucenti e leggermente striati secondo le linee d'accrescimento; il peristoma è fortemente rovesciato e termina indietro con un solido cordoncino. Di questa specie e di molte altre che seguiranno detti la diagnosi nella relazione annuale dell'Accademia dei Fisiocritici per l'anno 1876; si trova anche nel pliocene inferiore del Boggione ed è nuovamente descritta e figurata dal De-Stefani nel suo lavoro su i molluschi continentali pliocenici.

Planorbis pseudo-ammonius Schlot. — Molinuzzo.

Paludina Fuchsii Pant. — Casino; tav. II fig. 13.

Testa crassiuscula, nitida, spira depressa; anfractus 4 convexi, ultimus ventricosus; apertura obliqua,. inferne rotundata, superne acuto-sinuata. Alt. 9‴, larg. 10‴.

Questa specie differisce dalle altre congeneri specialmente per l'ultimo anfratto globoso, la cui altezza è poco minore di quella dell'intera conchiglia elevandosi di poco gli altri anfratti sopra l'ultimo.

Bithynia tentaculata Lin. var. — Gallozzole, Castagno, Casino.

Differisce ben poco dalla *B. tentaculata* comune; non avendone mai trovato un individuo intero riservo ad altra occasione di descriverne le differenze.

Valvata piscinalis var. Müller. — Gallozzole.

Differisce dalla specie tipica per avere le suture più profonde e per la forma generale leggermente più acuta.

Nematurella Silvestriana Pant. — Gallozzole; tav. II fig. 10.

Testa parva globoso-conica, nitida; anfractus 5 convexiusculi, sutura parum profunda divisi; ultimus anfractus dimidium longitudinis attingens; labro simplici, apertura ovato-sinuata. Alt. 3‴,5, larg. 2‴.

È prossima alla *N. ovata* Bronn, tav. II fig. 9, del Val d'Arno superiore, ne differisce per la maggior convessità degli anfratti e per le minori dimensioni dell'ultimo anfratto considerato in rapporto all'altezza totale di tutta la conchiglia. La *N. ovata* Bronn non è stata mai figurata.

Nematurella Dalmatina Neum. var. — Topina; tav. II fig. 11.

La *N. Dalmatina* tipica di Siny, ha gli anfratti più pieni e in quella del Casino si scorgono alcune sottili linee impresse trasversali.

Prososthenia minuta Pant. — Casino, Gallozzole; tav. II fig. 16.

Testa globoso-conica; anfractus 5 convexiusculi, sutura profunda divisi, laeviter costulati; ultimus anfractus duas tertias partes longitudinis attingens; apertura ovato-acuta. Alt. $5'''$, larg. $3''',5$.

Riferisco questa specie al genere *Prososthenia* Neumayer per le Rissoine d'acqua dolce costulate.

Melania Lawleyana Pant. — Casino, Gallozzole; tav. II fig. 15.

Testa turrito-elongata; nitida, apex acutus; anfractus 9-10 planiusculi ad suturam parum divisi, ultimus expansus; apertura oblonga, inferne dilatata. Alt. $52'''$, larg. $11'''$.

In questa specie i primi anfratti sono sottili e vanno leggermente crescendo fino all'ultimo nel quale raggiungono quasi ad un tratto la loro massima dimensione.

Sono stato lungamente in dubbio se questa specie e la seguente non dovessero invece riferirsi al sottogenere *Acella* delle Linnee, mai però ad una *Leccosia*, genere del Baikal come ha dubitato il Fuchs; non avendone però trovata alcuna che avesse l'apertura in stato di perfetta conservazione, continuo a riferirle al gen. *Melania* che forse dubbio per questa specie lo è assai meno per la seguente.

Melania elongatissima Pant. — Casino, Gallozzole, Topina; tav. II fig. 14.

Testa cilindrica, turrita, tenuissima, nitida; anfractus 18-20 convexi, tristriati, carinati, sutura obliqua divisi: labro simplici, apertura ovato-acuta. Alt. $23'''$, larg. $1''',3$.

In questa specie è notevole il numero degli anfratti, questi sono molto convessi e sono percorsi da tre lievi condoncini che dividono gli anfratti in tre zone eguali, formando il mediano una specie di carena.

Melania curvicosta Desh. — Boggione.

Melania Stefaniana Pant. — Casino, Gallozzole; tav. II fig. 2, 3.

Testa turrito cilindrica striato-rugosa; anfractibus 8 planis, sutura distincta divisis, laeviter scalariformibus, striis transversalibus obsolete ornatis; labro simplici, apertura ovato-acuta. Alt. $10'''$, larg. $2''',5$.

Questa elegante specie consta di otto anfratti piani, gl'inferiori leggermente sovrapponendosi ai superiori; le linee di accrescimento formano una serie di costicine irregolari oblique finissime che sono intersecate da cordoncini trasversali poco o nulla appariscenti nella parte media dell'anfratto.

Melanopsis Bonellii Sism. — Boggione.

Melanopsis Soldaniana De-Stef. — Casino; tav. II fig. 4, 5.

È diversa dalle altre Melanopsis fossili d'Europa finora conosciute, pelle sue linee trasversali elevate; queste a posti spariscono del tutto; nell'ultimo giro sono quattordici quasi uniformi nella parte inferiore; due grosse con due un poco minori talora riunite in una sola nella parte mediana che è più convessa, contigua alla fessura del labbro esterno inciso a mo' delle Pleurotome, ed otto o nove per solito meno visibili delle altre nella parte superiore. Questa particolarità di avere il labbro esterno inciso si ripete in una Melanopsis della valle della Sterza, nè ch'io sappia si trova in altre conosciute, almeno così sentitamente come in queste due specie; solo appare un principio di questo seno nella *M. Gorceixi* Tour. dell'isola di Cos, almeno per quanto può dedursi dalla figura.

Melanopsis Bartolinii Cap. — Gallozzole var.; tav. II fig. 1.

Differisce dalla tipica della valle della Sterza per una specie di cingolo formato da due cordoncini nella parte media superiore dell'anfratto.

Melanopsis .... sp. Alt. 85‴.

La cattiva conservazione di questa grande specie di Melanopsis non permette di assegnarne con precisione la specie. Appartiene al tipo della *M. buccinoidea;* ha però l'ultimo anfratto proporzionatamente più piccolo, ed è solcato trasversalmente da tre linee impresse equidistanti che dividono l'ultimo anfratto in quattro zone prossimamente eguali.

Neritina mutinensis D'Anc. — Boggione.

Neritina Capellinii Pant. — Casino, Gallozzole; tav. II fig. 6, 7, 8.

Testa crassiuscula semiglobosa, nitida, spira brevissima obtusa; anfractus 3, nitidi, albo-maculati, labrum externum acutum, simplex, ad basim expanso; labro columellari simplici, recto; apertura semilunari. Alt. 8‴, larg. 11‴.

Questa specie è affine se non identica con quella della valle della Sterza riferita dal Capellini alla *N. Grateloupana* (Hörn. non Mich.) e poi alla *N. micans.* Gaud. et Fich.

La forma generale è di quella della valle della Sterza dalla quale differisce per avere quella del Casino le areole bianche assai più grandi che non in quella della Sterza, che per questa particolarità somiglia alla *N. micans* di Megara. Ambedue però differiscono dalla *N. Grateloupana* e dalla *N. micans* per l'espansione figurata dall'Hörnes in parte senza che sia posseduta dalla specie del Viennese: inoltre la *N. micans* ha il callo più rigonfio, è più allungata e l'apertura non ha la forma di quasi mezza circonferenza come nelle due Neritine del Casino e della Sterza; infine se avvi da noi una specie prossima alla *N. micans* è la *N. mutinensis* piuttosto che la presente.

Dreissena simplex Barbot var. — Casino, Gallozzole; tav. II fig. 12.

Questa specie è assai comune e non è raro di trovare degli straterelli che ne sono un vero impasto. Dove le marne hanno maggiormente conservato i disegni nativi delle specie, si trova ornata da due zone longitudinali oscure nella parte centrale della conchiglia.

Dreissena .... sp. — Boggione, Castagno, Bozzone, Casino, Gallozzole, Molinuzzo, Topina, Carfini.

È la specie più abbondante di questi strati; disgraziatamente è sempre frantumata, non trovandosi che rarissima negli strati delle Gallozzole, unica parte dove i fossili si trovano in stato determinabile. Il Fuchs l'ha detta affine alla *D. Partschi,* io però la reputo ben differente e credo che appartenga al tipo della *D. plebeja.*

Vertebrati. Gli avanzi fossili di pesci sono assai comuni negli strati di torba che sovrastano alla lignite; sfortunatamente sono così malconci che riesce impossibile qualunque determinazione specifica; solo si può assegnare per alcune piccole specie meglio conservate il genere che sarebbe dei *Cyprini*; il De-Stefani vi ha raccolto una placca dermica di una Rajide; accanto però ai piccoli *Cyprini* convivevano dei grossi pesci avendo io stesso raccolto diverse grandi vertebre (3 centim. di diametro) indeterminabili.

I rettili sono fin ora rappresentati da due Chelonidi una *Trionix* e un *Emys*; tav. II fig. 17.

La prima sarebbe forse determinabile, la seconda certamente, per chi avesse a disposizione un materiale di confronto maggiore di quello che io posseggo; non avendolo mi limito a costatare l'esistenza di questi generi il primo dei quali fu anche accennato da F. Major.

I mammiferi sono rappresentati in più larga scala e per molti di essi non è difficile la determinazione specifica.

Tapyrus priscus Kaup. Ho determinato questa specie su dieci molari ed alcuni premolari che corrispondono esattamente con quelli figurati dal Gaudry (*Enchaînements du monde animal*): credo inoltre di dover riferire alla stessa specie diverse falangi; tav. II fig. 18, 19, 20, 21, 22, 23.

Ho veduto una mascella di questa stessa specie trovata presso Casole, dal sig. prof. Sestini di Colle. Gli avanzi ai quali mi riferisco come pure quelli di tutte le specie di cui parlerò in seguito provengono esclusivamente dalle ligniti del Casino o del Molinuzzo.

Hipparion gracile Kaup.

Fu citato dal Capellini e dal Major; io posseggo di questa specie due molari superiori, e un molare inferiore; confrontati con quelli di Eppelsheim (Pictet, *Paléontologie*) e con quelli di Pikermi, di cui possedo gli originali, presentano un numero assai maggiore di pieghette nei denticoli interni.

Hipparion ? . . . sp.; tav. III fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Appartengono ad un solipede, che dubitatamente riferisco al genere *Hipparion*, l'estremità di un metatarso (!) notevole per la trochlea non prolungantesi nella faccia anteriore e le tre falangi successive. La piccolezza di queste ossa non permette di riferirle all'*Hipparion gracile*, nè per la loro forma potrebbero rappresentare il 2° o 4° metatarso ecc. della stessa specie; sono inoltre così numerosi gli avanzi di questo piccolo solipede che è anche da escludersi la ipotesi che possano riferirsi ad un giovane individuo; basterà dire che posseggo venticinque avanzi ben riconoscibili di questa specie, tra i quali diversi trocanteri.

Una piccola mascella, tav. III fig. 9, 10 assai malconcia potrebbe forse riferirsi a questa specie per quanto io stesso sia molto incerto in questa determinazione; della medesima sono ben conservati solamente i primi tre premolari, fig. 9, ed offrirebbero nei denticoli la disposizione analoga a quella degli *equidae* e pur troppo anche di alcuni *cervidae:* i resti però degli altri denti non hanno la forma colonnare degli *equidae* ma si avvicinano a quelli delle *antilope;* i molari essendo sette avvicinerebbero questa specie agli antichi peryssodactili (Anchytherium) per quanto non possa in alcun modo riferirsi a questo genere per la forma particolare dei denti; invero esistendo in questi strati una piccola antilope, potrebbe dubitarsi che dovesse invece riferirsi a questo genere; vi si opporrebbe però il numero dei denti tanto più che come ho detto pocanzi esistono pure abbondanti resti di un piccolo solipede.

Sus erymanthius Gaud. var. minor; tav. III fig. 11, 12, 13, 14.

Posseggo di questa specie un frammento di mascella superiore con tutti i denti meno il primo premolare, che corrispondono, salvo la grandezza, a quelli del *Sus*

erymanthius figurati dal Gaudry. Differisce questa specie dal *Sus cheroides* Pomel di monte Bamboli per la maggiore complicazione dei denti, notevolmente nei due ultimi molari; inoltre il *S. cheroides* ha anche i molari stessi più piani e più stretti di quelli della specie del Casino; le due specie dovevano avere presso a poco le stesse dimensioni, in ambedue le specie sono distinti i denticoli interlobari analoghi alle note colonnette dei *cervidae* e che mancano nel *Sus erymanthius*.

Se il *Sus* del Casino dovesse considerarsi come specie distinta sarebbe intermedio tra il *Sus cheroides* e il *Sus erymanthius*, sempre però più prossimo a questo che a quello. I canini di questa specie sono piccoli, fig. 11, 12, 13, e corti non però tanto quanto quelli del *S. cheroides*. Aggiungerò inoltre che le strie, che nel *Sus cheroides* corrono parallelamente alla lamina dello smalto simulando una finissima carta topografica quotata, mancano nella specie del Casino o sono appena irregolarmente accennate. Ho pure riferito a questa specie alcune falangi che evidentemente appartengono al genere *Sus*. I resti accennati non sono i soli che io posseggo, ad essi vanno aggiunti varî denti molari della mascella superiore e inferiore staccati, senza però alcun incisivo.

Hippopotamus Hipponensis Gaudry; tav. IV fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Riferisco gli avanzi dell'ippopotamo del Casino alla specie di Bona descritta dal Gaudry: ben piccole sono le differenze fra le due specie, così nel primo premolare mancherebbero in questa specie i denticoli interni segnalati dal Gaudry nell'*H. Hipponensis*, come pure gl'incisivi non avrebbero nella parte superiore la forma lievemente schiacciata; nelle due specie i canini e gl'incisivi sono privi di scannellature essendo queste nei canini ridotte a semplici strie; come quello di Bona è un *hexaprotodon* e, fig. 5, è evidente che gli incisivi mediani erano i più grossi, carattere che si è poi accentuato negli ippopotami più recenti; ritengo che la sinfisi della mascella sia tra il primo dente di sinistra e gli altri tre di destra.

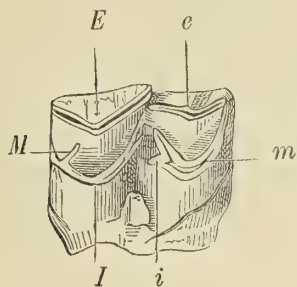
È questo il più antico ippopotamo dei terreni terziarî italiani; fu citato per la prima volta dal Capellini, quindi dal Major senza che ne venisse data alcuna descrizione [1].

L'ippopotamo di Bona sarebbe stato secondo il Pomel trovato nelle sabbie quaternarie; è però da porsi in dubbio questa asserzione ed il Gaudry stesso che la riporta non ne è forse ben persuaso; per quanto egli riferisca semplicemente le parole del Pomel facendo notare che questa specie è meno aberrante dell'*Hippopotamus anfibius* e suoi affini, viene indirettamente ad ammettere che sia più antico degli ippopotami pliocenici: del resto il Pomel non l'ha raccolto nè tampoco sa precisamente dove sia stato trovato, e solo crede che sia delle sabbie quaternarie non conoscendo altre località dalle quali possa essere provenuto. Le dimensioni di questo piccolo ippopotamo sarebbero le stesse di quelle della specie di Bona.

Cervus elsanus Major; tav. IV fig. 8, 9, 10, 11, 12.

[1] Il Capellini ha nuovamente citato questa specie nel suo ultimo lavoro (*Breccia ossifera della caverna di S. Teresa*. Ist. di Bologna ser. III, tom. X); crede che possa riferirsi ad un *hexaprotodon* con cinque incisivi, nonostante l'opinione di così dotto paleontologo non trovo argomenti per me sufficienti che mi persuadano a cambiare d'opinione.

Di questa specie descritta dal Major posseggo diversi denti e nove frammenti di corna, due soli dei quali offrono indizî di ramificazione.

Dremotherium? ..... sp.; tav. V fig. 1, 2, 3, 4.

Riferisco a questo genere diversi denti, una quindicina, di un piccolo cervide. Oltre a quelli figurati nelle tavole riporto qui contro ingrandito un molare della mascella superiore; *E*, *e* rappresenterebbero i denticoli esterni; nei denticoli mediani ed interni fusi in uno, dalla ripiegatura *M* sarebbe rappresentato un denticolo medio, mentre la seconda falce rappresenterebbe il denticolo medio *m*, il gancio esterno *i* rappresenterebbe l'altro denticolo interno; quest' ultima particolarità è quella che più l'accosta al gen. *Dremotherium;* questo genere si trova negli strati di Pikermi, come mi scrive il Gaudry, e quindi la presenza di un cervidae di tipo antico, unitamente al *C. elsanus* il cui tipo è assai più recente non è nuova. Intanto è bene notare che, sia o no un *Dremotherium*, questa specie rappresenta un tipo certamente antico; i sei denticoli del *Palaeocherus,* ridotti a cinque nell'*Antracotherium,* sempre riconoscibili se non distinti nel *Dicrocerus*, ridotti a quattro nel *Tragocerus*, rimangono rintracciabili in questa specie come lo sono nel *Cervus matheronis* e nello stesso *Dicrocerus.* Devo ai suggerimenti del sig. Gaudry molte delle osservazioni precedenti.

Gli avanzi di questa specie provengono tutti dal Molinuzzo, ne sono stati trovati però anche al Casino.

Antilope Cordieri De Crist.; tav. V fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Di questa gigantesca antilope della quale alcuni denti sono stati figurati dal Major posseggo molti resti; l'estremità del metatarso, il navicolare e il cuboide, un frammento di mascella che sebbene assai malconcia permette di valutarne la grandezza, un frammento di corno, l'astragalo, l'estremità della tibia, parte del calcaneum e molti denti isolati; più grande dell'*Hipparion gracile* e del *Cervus elsanus,* i suoi avanzi sono molti frequenti e sono i soli che sieno stati trovati per tutto ove è stata scavata la lignite.

Antilope Massoni Major.

Questa antilope fu citata dal Major e dal medesimo classificata; posseggo della medesima un frammento di corno e due astragali che riferisco a questa specie ripetendo in piccolo le stesse particolarità dell'astragalo dell'*A. Cordieri,* offrendo ambedue la particolarità comune ai ruminanti, di avere la convessità della faccia anteriore posteriore parallela all'asse della tibia e non obliqua come negli *equidae.*

Eryomys .... sp.; tav. V fig. 16.

Posseggo alcuni denti di un roditore che riferisco a questo genere, piani nella parte superiore sono costituiti da cinque lamelle, delle quali le prime quattro sono parallele e l'ultima è divaricante dal lato esterno.

Ichtiterium .... sp.; tav. V fig. 12, 13, 14, 15.

Riferisco a questo genere un canino della mascella superiore ed un incisivo. Nel canino scorgesi lo smussamento prodotto dall' attrito con il suo corrispondente della

mascella inferiore; la punta è altresì consumata ed è questa particolarità che mi ha persuaso di riferirlo ad una *Hyenidae*.

Finalmente il Major cita un insettivoro, il *Semnopithecus Monspessulanus* e un *Myolagus* dei quali non avrei trovato avanzi; il prof. Capellini possiede pure alcuni avanzi di un piccolo carnivoro, ignoro però a quale specie debbano essere riferiti.

Io credo però che quando si potesse fare delle ricerche nello strato di torba che sovrasta alla lignite molti e maggiori avanzi di vertebrati dovrebbero venire alla luce; sfortunatamente oggi la lignite non si scava più all' aperto ma in gallerie condotte nel filone stesso della lignite xiloide, e gli avanzi di vertebrati che un tempo abbondavano sono divenuti relativamente rari, e tanto più che è reso più difficile di avvertirli prima che possano essere guastati nello scavarli.

Considerazioni geologiche.

Per potere assegnare con sicurezza l'orizzonte geologico degli strati del Casino comincierò col paragonarli a quelli la cui posizione è ormai indubbiamente accettata, tanto in Toscana come in luoghi assai più lontani. Immediatamente sottoposti agli strati pliocenici più antichi del Senese nei quali con il De Stefani abbiamo riconosciuto tante nuove forme alcune delle quali affini a forme mioceniche, la loro flora è intermedia tra quella degli strati pliocenici più antichi del Boggione e del Val d'Arno e quella degli strati miocenici di monte Bamboli, della valle del Marmolajo e di altre consimili località; così delle specie del Casino due sono state trovate in Toscana solo a monte Bamboli, tre a Sarzanello, cinque a Cerretello, sei negli strati del gabbro, dodici sono comuni col Val d'Arno e cogli strati del Boggione essendo però alcune di queste comuni con strati più antichi; in altre parole quattordici sono comuni con strati riconosciuti da tutti indistintamente per miocenici, delle rimanenti sette sono comuni agli strati del Val d'Arno e del Boggione i quali ultimi sono direttamente sovrapposti a quelli che ora considero.

La massima parte di queste specie sono comuni agli strati di Oeningen e ch'io sappia le *Sabal major* Ung., *Fagus dentata* Ung., *Quercus etymodris* Ung., *Castanea Kubinyi* Kov., *Salix angusta* Braun, non sono state fin' ora trovate in strati superiori al miocene. Il carattere quindi di questa flora è prevalentemente miocenico, tanto più che gli strati del Boggione e del Val d'Arno (Argiles brulées) ai quali si riferiscono diversi fossili vegetali del Casino, furono in ragione precisamente della loro flora collocati nel miocene superiore, mentre per la loro fauna e per la loro posizione stratigrafica non possono essere staccati dal pliocene.

Della loro fauna i molluschi sono i più singolari; essi rappresentano una faunula quasi isolata e solo per qualche specie hanno affinità con forme di altre località; è però certo che non hanno nulla di comune, se si eccettua la *Bithynia tentaculata* var. e la *Valvata piscinalis* var. che senza interruzione passando per il pliocene sono giunte fino all' epoca attuale, con la fauna pliocenica propriamente detta. Così io non saprei a quali tipi pliocenici riferire la graziosa *Melania Stefaniana* e le altre singolari Melanie che la accompagnano; le stesse Melanopsis, più affini alla attualmente vivente nella maremma toscana che a quelle del pliocene come ho fatto in altre occasioni

osservare, hanno qui caratteri peculiari come l'incisione del labbro esterno che si ripete in quelle della valle della Sterza che ha con gli strati del Casino a comune la *Melanopsis Bartolinii* Cap. e la *Neritina Capellinii* Pant., con piccole varietà più locali che specifiche, come la ricchezza maggiore negli ornamenti, fatto che si osserva in altre specie ad esempio nella *Nematurella Dalmatina* Neum.

I vertebrati sono assai più significanti. La presenza dell'*Hipparion* e del *Dremotherium* pone questi strati nello stesso orizzonte di quello di Pikermi, del monte Leberon, di Cucuron, di Alcoy ecc.; come pure è un buon argomento per determinare la loro posizione geologica l'assenza dei vertebrati del Val d'Arno, vertebrati che poi si ritrovano negli strati del pliocene senese che sono direttamente sovrapposti a quelli del Casino. Così l'*Hippopotamus* del Casino, che come ho detto è un *hexaprotodon* non è neppure per molti altri caratteri affine all'*Hippopotamus major* varietà dell'*anfibius* del Val d'Arno; in questi ultimi strati manca assolutamente l'*Hipparion* che è sostituito in tutto il pliocene toscano dall'*Equus stenoni* e dall'*E. Larteti* ecc.; il *Tapirus* del Casino corrisponde al *Tapirus priscus* degli strati di Eppelsheim, mentre nel pliocene toscano trovasi il *Tapirus arvernensis;* la gigantesca *Antilope Cordieri* non ha ch'io sappia neppure un lontano rappresentante negli strati che a quelli del Casino sono direttamente sovrapposti; il *Sus erymanthius* var. determinato su specie di Pikermi è sostituito nel pliocene dal *S. priscus* e dal *S. Strozzii;* finalmente la mancanza dei generi *Elephas, Mastodon* e *Rhinoceros* così comuni nel pliocene della Toscana, è pure un buon argomento per quanto negativo dell'assunto che ho preso a dimostrare.

Ritenuti gli strati del Casino come appartenenti al miocene superiore, mi resta a far conoscere i loro rapporti con gli altri strati miocenici della Toscana.

Come è noto il gruppo maggiore di questi strati si manifesta al sud di Pisa, a Rosignano e in tutta la valle della Cecina e a Rosignano si può osservare quasi tutta la serie terziaria, dall'eocene al postpliocene; il miocene superiore si ritrova poi in tutta la valle della Cecina fino a Radicondoli, nella Merse sotto Chiusdino, in val d'Era, in val d'Elsa sotto Casole, a Ranza, a s. Donato e presso Pieve a Scola; sotto Casole fu trovata una mascella di *Tapirus priscus* e un impronta di *Sabal major* e da questa località agli strati del Casino l'interruzione è di pochi chilometri, e la distanza sarebbe in linea retta anche minore essendo i due luoghi appena separati dalla pendice settentrionale del monte Maggio; io non esito quindi a segnalarne non solo la corrispondenza stratigrafica, ma anche la loro continuità, considerando gli strati che io esamino come il lembo orientale di quella serie che avendo il suo estremo settentrionale a Limone presso Livorno si estendono con brevi interruzioni fino all'Ombrone, a Murlo e Casteani; e questa serie poi è a sua volta parte di quella più estesa che cominciando in val di Magra si continua lungo il litorale o a breve distanza da questo fino nella Italia meridionale ed insulare.

Stabilito che gli strati del Casino debbano riferirsi al miocene superiore non posso trascurare di riprendere la questione importante che si presenta riguardo al *facies* speciale di questo orizzonte geologico.

Per tutto ove è stato riscontrato il miocene superiore esso non si presenta mai come formazione di acqua marina, ma sempre i suoi depositi nei quali è associato il

gesso, lo zolfo, e il sal gemma offrono una fauna di acque dolci o salmastre, nè ch'io sappia sono stati fino a questo giorno riconosciuti strati certamente marini corrispondenti a questo orizzonte geologico. In Toscana sotto agli strati marini della valle della Cascina, della Sterza, della Fine, del Marmolajo e della Cecina (Capellini, *Formaz. gess. di Castel. Marittima*) in Piemonte (Gastaldi, *Verteb. foss. del Piem.*) a Moncucco, Castelnuovo d'Asti, Voghera, Tortona, Acqui e Guarena gli strati gessosi si trovano alla base del pliocene; compaiono gli strati con gessi, zolfo o sal gemma alla base del pliocene in Sicilia (Seguenza, *Stud. strat. sulla formaz. plioc. dell' Ital. merid.*) a Campo Felice, a Gavitelli, a Giardini; in Calabria al capo Spartivento le marne plioceniche marine sono sovrapposte e trasgredienti con le argille gessifere che a loro volta sono sovrapposte al miocene medio marino; lo stesso si verifica a Girgenti (Stöhr), a Gerace (Fuchs), a Teramo (Pellati), a Camerino (Canevari), ad Ancona, Sinigaglia, Sogliano, san Donato e Rufillo nel Bolognese (Fuchs), a Brusighella Faenza (Manzoni), a Reggio (Doderlein). Il Seguenza assegna la fine del miocene agli ultimi strati gessosi, il Capellini accetta lo stesso criterio avendo oggi abbandonato la denominazione per questo orizzonte di mio-pliocenico per quella di miocene superiore.

In Francia gli strati salmastri di Cucuron e di Vizan [1], in Germania quelli di Eppelsheim, i Congerienstufe, gli strati a congerie della Valacchia, gli strati di Balaklava, il calcare d'Odessa, il calcare delle steppe, gli strati di Megara e di Pikermi in Grecia, l'isola di Cos, le isole Baleari (Hermite), gli strati d'Alcoy in Spagna e tanti altri che sarebbe inutile nominare danno al miocene superiore per tutto ove si presenta, cioè in quella larga zona che circonda il Mediterraneo e il mar Nero, un carattere speciale ed uniforme che accenna ad unicità di condizioni orografiche per questa non piccola estensione della superficie d'Europa.

Il Capellini avvertì fino dal 1860 queste circostanze e le notò magistralmente (*Form. gess. di Cast. Marittima*) riconoscendo il carattere caspico delle formazioni del miocene superiore e attribuendo ai gessi e agli zolfi una origine endogena. Per il Capellini l'Europa meridionale ed orientale nel miocene superiore era costituita da una serie non interrotta di fiordi e di grandi lagune asilo ai Lebias, ai Gobius, alle grandi paludine, unionidi e congerie così speciali di quell'epoca; in altre parole la orografia della regione che circonda il Mediterraneo e che dalla parte superiore del bacino del Danubio si estende fino all'occidente dell'Asia era analoga a quella che oggi nella geografia malacologica è distinta col nome di aralo-caspiana.

Questa regione che nella sua parte continentale doveva estendersi anche a parte di quella oggi coperta dal Mediterraneo, come lo attestano i lembi di questa formazione nelle isole mediterranee, subì un abbassamento verso la fine del miocene e il ritorno del libero mare nelle lagune litorali dove fu possibile, cioè specialmente al sud delle Alpi e dei Balcani, segnò la separazione tra il pliocene e il miocene.

L'abbassamento continuò durante l'epoca pliocenica e i sedimenti marini si sovrapposero a quelli salmastri del miocene; dove le paludi mioceniche erano molto profonde sorpassate dal mare le dighe che le chiudevano, ricevettero depositi d'alto fondo,

[1] Il Fontannes (*Etud. strat. et paléon. dans le bassin du Rhône.* Lyon 1878) ha trovato a S. Ariès la *M. Narzolina* Bon (*M. Bonellii* Sism.) in strati che riferisce al miocene superiore.

dove la profondità non era forte furono ricoperti da strati litorali marini o salmastri; il primo caso si verificò nella valle del Marmolajo dove agli strati miocenici sono sovrapposte marne a Pteropodi, il secondo nella valle della Cascina dove gli strati a congerie sono ricoperti dalle sabbie gialle e nella valle del Boggione e della Staggia dove gli strati del Casino sono ricoperti da marne a cardium e cerizî testimonî di una fauna d'acque salmastre.

Dove non credo necessaria l'ipotesi del Capellini è quando attribuisce a sorgenti sulfuree o selenitose i depositi dei gessi e degli zolfi.

Lasciando in disparte la questione se oggi si verifichi il fatto di gessi depositantisi in seno alle acque in causa di sorgenti sulfuree o selenitose, mentre invece vediamo avvenire la trasformazione dei calcari in gessi solo all'aria libera per l'azione ossidante esercitata dall'ossigeno dell'aria sull'idrogeno solforato, io mi domando prima di tutto se veramente i depositi del miocene superiore sieno tutti salmastri; a parte il caso di alcuni che potrebbero essere veramente salmastri ed altri così poco salmastri da ritenersi anche per depositati nelle acque dolci, io inclino a credere che molti di essi si sieno depositati in acque sopracariche di elementi salini che chiamerò d'ora innanzi soprassalati. Erano proprio lagune salmastre o erano simili all' attuale mar Morto? Esse, quelle almeno nelle quali si sono depositati i gessi, il sale ecc., dovevano essere lagune senza emissari, che senza questa ipotesi non si potrebbe spiegare come poteva depositarsi l'eccesso dei sali che avevano in soluzione; si consideri infatti un lago con il suo emissario e si ammetta pure che in esso sgorghi una sorgente selenitosa anche satura; essendo il gesso solubile nella stessa proporzione a tutte le temperature, l'acqua selenitosa si diluirà in quella che trova nel lago, sarà esportata con l'emissario nè mai potrà giungere al punto di depositarvi l'eccesso dei sali disciolti; lo stesso non avverrebbe in un lago chiuso; l'evaporazione concentrerebbe i sali i quali non tarderebbero a depositarsi in ordine inverso a quello della loro solubilità.

Nè è difficile trovare esempi che si adattino a queste ipotesi; la salsedine del mar Nero diminuisce, perdendo questo mare per evaporazione meno di quello che riceve dai fiumi, mentre per l'opposta ragione quella del Mediterraneo è maggiore di quella dell'Atlantico; la salsedine del mar Morto è invece talmente aumentata che in esso è già spenta ogni vita.

È inutile aggiungere che per gli stessi argomenti escludo l'ipotesi per spiegare l'origine dei gessi, che vorrebbe questi prodotti da sorgenti selenitose sgorganti in fondo ad un mare libero, che alcuni geologi hanno creduto di proporre.

Stabilito che le lagune nelle quali si depositavano i gessi e il sale dovevano essere chiuse, anche seguendo l'idea di una origine endogena, resta a vedere se si può fare a meno di questa ipotesi.

Questi laghi non si saranno formati in una volta: dal miocene medio che si presenta con caratteri marini, si saranno separate delle lagune, che avranno avuto nei primi tempi una comunicazione col mare; per questa la loro salsedine doveva diminuire in causa del continuo afflusso delle acque dolci; con la salsedine ridotta si ritirarono le specie marine che saranno state rimpiazzate da altre proprie di acque salmastre o dolci; è fin qui la storia di tutti i laghi, di quelli alpini ad esempio, che conservano

tuttora animali di tipo marino, adattatisi alle nuove condizioni nelle quali a poco per volta si sono trovati.

Il continuarsi del sollevamento avrà finito per chiudere ed isolare queste lagune; a questo punto la loro salsedine ha dovuto tornare ad aumentare lentamente sì, ma in modo continuo; con la salsedine aumentata non potevano tornare le specie marine già escluse, mentre potevano benissimo seguitare a viverci le specie di acqua dolce e salmastra o adattandovisi o ritirandosi in prossimità dei fiumi e sulle rive dove l'acqua non doveva avere la stessa salsedine delle parti più centrali e più profonde.

È in questo modo che intendo la formazione dei depositi del miocene superiore; alla obiezione naturale che i depositi di gesso e di sale non potevano avvenire, mantenendosi il carattere della fauna analogo a quello delle acque salmastre, avrei già risposto con gli ultimi versi del periodo precedente; sento però il debito di spiegarmi anche più chiaramente. Prima di tutto in un bacino chiuso l'acqua non conserva alle stesse altezze la diversa densità e questo fatto che può sembrare in contraddizione colle esperienze che possono farsi nel laboratorio di un chimico, si avvera naturalmente nei mari e nei laghi; le correnti marine superficiali sono meno salse di quelle profonde, la corrente delle Amazzoni si mantiene dolce a trenta e più leghe dalla imboccatura, e il Nordenskiold nell' ultima spedizione polare non ancor terminata alla ricerca del passaggio nord-est, ha trovato al largo della foce della Lena con una temperatura di 10° alla superficie del mare una densità variabile da 1,01 a 1,023, mentre alla profondità di 40 metri oscillano tra 1,26 e 1,27; finalmente il Lartet *(Exp. scient. de la mer Morte)* ha riscontrato che presso al fondo di questo lago la proporzione dei sali era più che doppia di quella dell'acqua presa presso alla superficie; può quindi benissimo accadere che in una laguna chiusa gli strati sieno presso il fondo anche saturi, mantenendosi alla superficie capaci di essere abitati da una fauna salmastra; d'altra parte attribuendo l' origine dei gessi a sorgenti selenitose, non si evita di avere contemporaneo il deposito dei sali e la coesistenza delle specie d'acque salmastre; ed è questo tanto ovvio che il Capellini non si è nascosta questa difficoltà e vi ha rimediato supponendo le sorgenti intermittenti; torna allora la necessità di doverle considerare almeno temporaneamente non chiuse, che altrimenti non saprei come potrebbero cessare di essere soprassalate al cessare dell'afflusso delle sorgenti stesse; ma il considerarle aperte non solo è in contraddizione con il fatto dei depositi salini o gessosi, ma anche con l'ipotesi che il miocene superiore rappresenti un periodo di sollevamento.

Un altro ordine di considerazioni mi conferma nella mia ipotesi; non è conosciuto quali sieno i caratteri della fauna di acque soprassalate; andando per induzione e considerando la fauna del Caspio, che sebbene sia d'acqua salata accoglie un singolare miscuglio di cardium e di linnee, di donax e di paludine, accennando quasi ad un antico periodo durante il quale era assai meno salato di quello che oggi non sia, si può ritenere che non debba avere caratteri generici molto differenti da quelli di una fauna d' acque salmastre; ho già qualche cosa detto più sopra a questo proposito; una laguna originariamente d'acqua dolce o salmastra può divenire soprassalata per successiva concentrazione, le specie che allora vi preesistevano o vi si adatteranno o spariranno; adattandovisi il che potranno tanto più

facilmente fare in quanto che la salsedine non sarà per tutto eguale, potranno benissimo con le loro spoglie simulare una fauna salmastra, come avviene per certi laghi che con le loro specie di tipo marino svelano la origine dei laghi stessi. Un unico argomento che io conosca è pure in mio favore; il *Lebias crassicaudus* così comune nel miocene superiore è affine ai Cyprinodon delle lagune soprassalate prossime al mar Morto; capisco che è poco e potrebbesi opporre che se i Cyprinodon, tipo originario d'acqua dolce, si sono adattati all'acqua soprassalata, non ne viene per conseguenza necessaria che i Lebias specie semplicemente affine, si dovessero trovare nelle stesse condizioni; ma intanto questo fatto esiste ed in certe discussioni la possibilità di ciò che si vuol dimostrare, rappresenta spesso la maggior parte del cammino da farsi per giungere alla verità.

Prima di concludere non intendo dimenticare che nel miocene superiore oltre ai gessi trovasi anche il sal gemma e lo zolfo; supponendo al gesso una origine endogena viene naturalmente ad adattarsi la stessa ipotesi anche allo zolfo; basta che le acque selenitose si cambino in sulfuree perchè si verifichi quel deposito; anzi con questa ipotesi si può anche spiegare l'origine dei calcari che sovente accompagnano i depositi in questione, tutto dipenderebbe dalla natura dell'elemento mineralizzatore preponderante nelle diverse sorgenti; ora selenitose depositerebbero i gessi, ora predominando l'acido solfidrico depositerebbero gli zolfi, ricche di acido carbonico i calcari; è però da notarsi che gli zolfi potrebbero anche provenire dalla decomposizione dei gessi in causa delle sostanze organiche che naturalmente non potevano mancare nei sedimenti delle lagune mioceniche; d'altra parte entrati in questa via si dovrebbe assegnare la stessa origine endogena anche al cloruro sodico ed in verità io trovo allora un poco troppo compiacenti queste sorgenti minerali. Infatti nei pozzi scavati alle Moje (*Savi, Depos. di sal gemma ed acq. salif. del Volterrano)* si hanno fino a quattro alternanze di sale e di gesso (pozzo s. Maria); simili alternanze sono comuni nei terreni solfiferi della Sicilia, ed in ultima analisi mi sembra assai più complicata l'ipotesi di sorgenti intermittenti ora saline, ora sulfuree, a volta calcaree o selenitose e per giunta in taluni casi anche fangose, di quella che deduce la origine di questi sedimenti dalla naturale concentrazione in bacini chiusi.

Ma è tempo ch'io lasci questa discussione generale per concludere sulle circostanze secondo le quali io intendo che abbiano avuto luogo i depositi del Casino e quelli che in Toscana con i medesimi direttamente si collegano. Dall'epoca del miocene medio o meglio dall'epoca corrispondente a quella in cui si depositavano gli ultimi strati marini del miocene e forse prima, era cominciato nei terreni terziari un periodo di sollevamento; questo continuando ebbe per resultato d'isolare lungo le catene montane già in quei tempi emerse, una serie di lagune; quelle più lontane dalle catene montuose e che tuttora si conservano altimetricamente più basse, strati della Cecina, del Marmolajo ecc. divennero presto salmastre e una fauna a cardi e cerizi (*Cardium novarossicum, Cerithium pictum* ecc.) prese il posto della fauna a turritelle, ancillarie ecc. del miocene medio; nelle lagune invece più addentro nella parte continentale e altimetricamente più alte, Casino, Murlo, Velona, Pienza, Sterza, si mantenne probabilmente una comunicazione con quelle più basse e acquistarono una fauna più decisamente d'acqua dolce; il periodo di sollevamento continuando, le acque fluviali

si concentrarono nei bacini più bassi e i gessi e il sale si raccolsero nel fondo dei medesimi; probabilmente il sollevamento non fu egualmente continuo e prima di aver principio il movimento inverso vi furono varie oscillazioni che produssero le alternanze nei depositi salini così comuni nel miocene superiore.

Finalmente al periodo di sollevamento successe decisamente il movimento inverso, la salsedine di alcune delle lagune chiuse diminuì essendo ampliato il loro bacino per la riunione con quelle più alte certamente meno salse di quelle più basse, e con la salsedine diminuita potè generalizzarsi nuovamente la fauna delle melanopsis, delle neritine ecc. e in generale degli strati a congerie, fino a che dove fu possibile, il mare pliocenico riprese il suo dominio ricoprendo quasi tutti i depositi anteriori.

Così infatti noi troviamo che gli strati gessosi sono sovrapposti a Castellina a quelli a cardium o in altre parole agli strati sarmatiani che a loro volta sono sovrapposti a quelli ad ancillaria. La fauna di Gabbro e di Limone e in generale della valle della Fine e del Marmolajo è più salmastra di quella della valle della Sterza, Casino, Murlo e Velona, ed in questi strati più decisamente d'acqua poco salmastra mancano i gessi od altri depositi che accennino ad acque soprasature di sali.

La circostanza di vedere questi strati con faune e caratteri così diversi offrir solo in comune il fatto negativo dell'esclusione costante di depositi prettamente marini, è per me significante assai, e sono convinto che se fossero stati tutti studiati dal punto di vista della natura della fauna in relazione alla salsedine delle acque, si troverebbe assai più evidente e comune la correlazione per me tanto chiara tra gli strati della valle del Marmolajo e della Cecina con quelli della Sterza e del Casino.

La questione della origine dei gessi fu sollevata in parte in una delle ultime adunanze (12 gennaio 1879) della Società toscana di scienze naturali; il Bosniascki rendendo conto sugli studî fatti su i pesci dei Gabbro, emise l'opinione che i gessi fossero dovuti a sorgenti minerali e il D'Acchiardi e il De Stefani negarono con molta copia di argomenti questa possibilità, senza però entrare largamente nella questione geologica, fondandosi principalmente sul fenomeno fisico-chimico della deposizione dei gessi; solo il De Stefani disse qualche cosa dal lato geologico ed io credo di non potere accettare l'ipotesi che egli emise in quella occasione, cioè dell'esistenza di un mare libero presso a poco eguale all'attuale privo di comunicazioni con altri oceani; in questa idea non intendo la scomparsa completa di specie marine, o almeno non è spiegato in qual modo non si sia ancora potuto riconoscere strati marini certamente corrispondenti al miocene superiore, per quanto il Capellini creda di averli riscontrati a Pastine e s. Luce nella valle della Fine, il che forse dovrà meritare una nuova conferma; ma il De Stefani è portato a questa ipotesi da un' altra, cioè da quella che respinge nel miocene superiore qualunque sollevamento, che porterebbe poi per conseguenza necessaria ad ammettere un abbassamento nel periodo successivo; siccome io ritengo per molte osservazioni fatte e che spero quanto prima di render note, che una buona parte dei sedimenti pliocenici inferiori si sieno depositati durante un periodo d'abbassamento, il che è contradetto dall'ottimo mio amico e carissimo compagno di studî, trovo in questo la principale ragione della nostra divergenza.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola I.

Carta geologica.

Tavola II.

1. *Melanopsis Bartolinii* Cap. var.
2, 3. *Melania Stefaniana* mihi.
4, 5. *Melanopsis Soldaniana* De-Stefani
6, 7, 8. *Neritina Capellinii* mihi.
9. *Nematurella ovata* Bronn.
10. » *Silvestriana* mihi.
11. » *Dalmatina* Neum. var.
12. *Dreissena simplex* Bar. var.
13. *Paludina Fuchsii* mihi.
14. *Melania elongatissima* mihi.
15. » *Lawleyana* mihi.
16. *Prososthenia minuta* mihi.
17. *Emys* sp.
18. *Tapyrus priscus*. 3° prem. mas. inf. sin.
19. » 4° prem. mas. sup. sin.
20. » 2° mol. mas. sup. das.
21, 22. » prima falange.
23. » seconda falange

Tavola III.

1. 2. *Hipparion* sp. estremità del metatarso.
3, 4. » prima falange.
5, 6, 7. » seconda falange.
8. » terza falange.
9. » primi premolari inferiori.
10. » framm. di mascella inf.
11, 12, 13 *Sus erymanthius* Gaud. var. Canino.
14. » mascella sup., manca il 1° prem.

Tavola IV.

1, 2. *Hippopotamus Hipponensis* Gaud. Canino.
3. » 1° prem. inf. sin.
4. » molare sup.
5. » Sezione di un frammento di mascella.
6, 7. » Incisivi.
8. *Cervus elsanus* Major. Corno.
9, 10. » 1° prem. inferiore.
11, 12. » molare superiore.

Tavola V.

1. *Dremotherium* primo prem. inf. des.
2. » ultimi mol. inf. sin.
3, 4. » molari sup. des.
5, 6. *Antilope Cordieri* De Chris. Estremità del metatarso.
7, 8, 9. » Corno.
10, 11. » Astragalo.
12, 13. *Ichtiterium* Canino.
14, 15. » Incisivo.
16. *Eryomys* molari della mas. sup. des.

CARTA GEOLOGICA
degli strati miocenici del CASINO
TRA SIENA E POGGIBONSI

Scala di 1 a 75,000.

Dante Pantanelli dis.

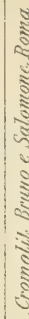
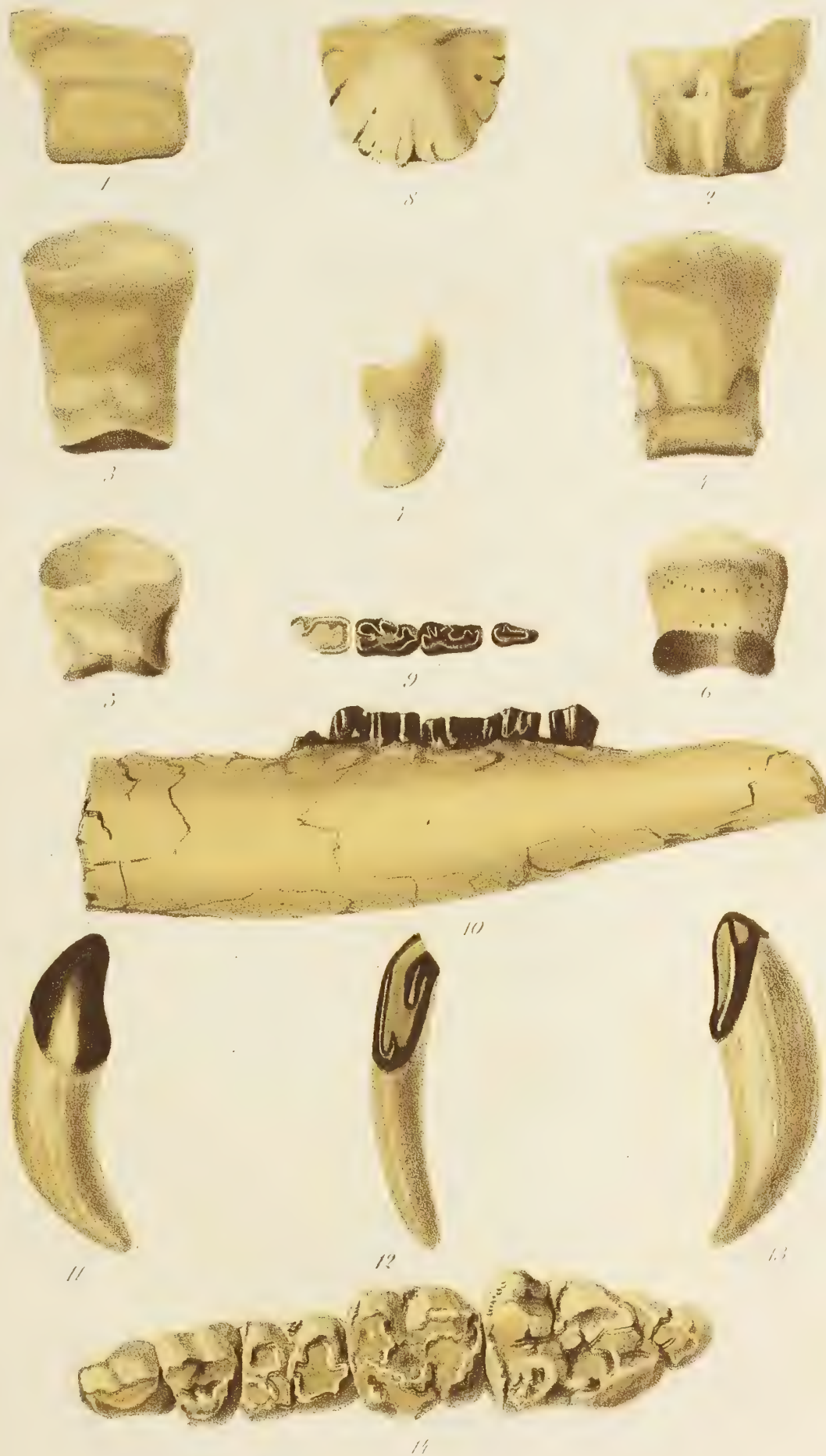
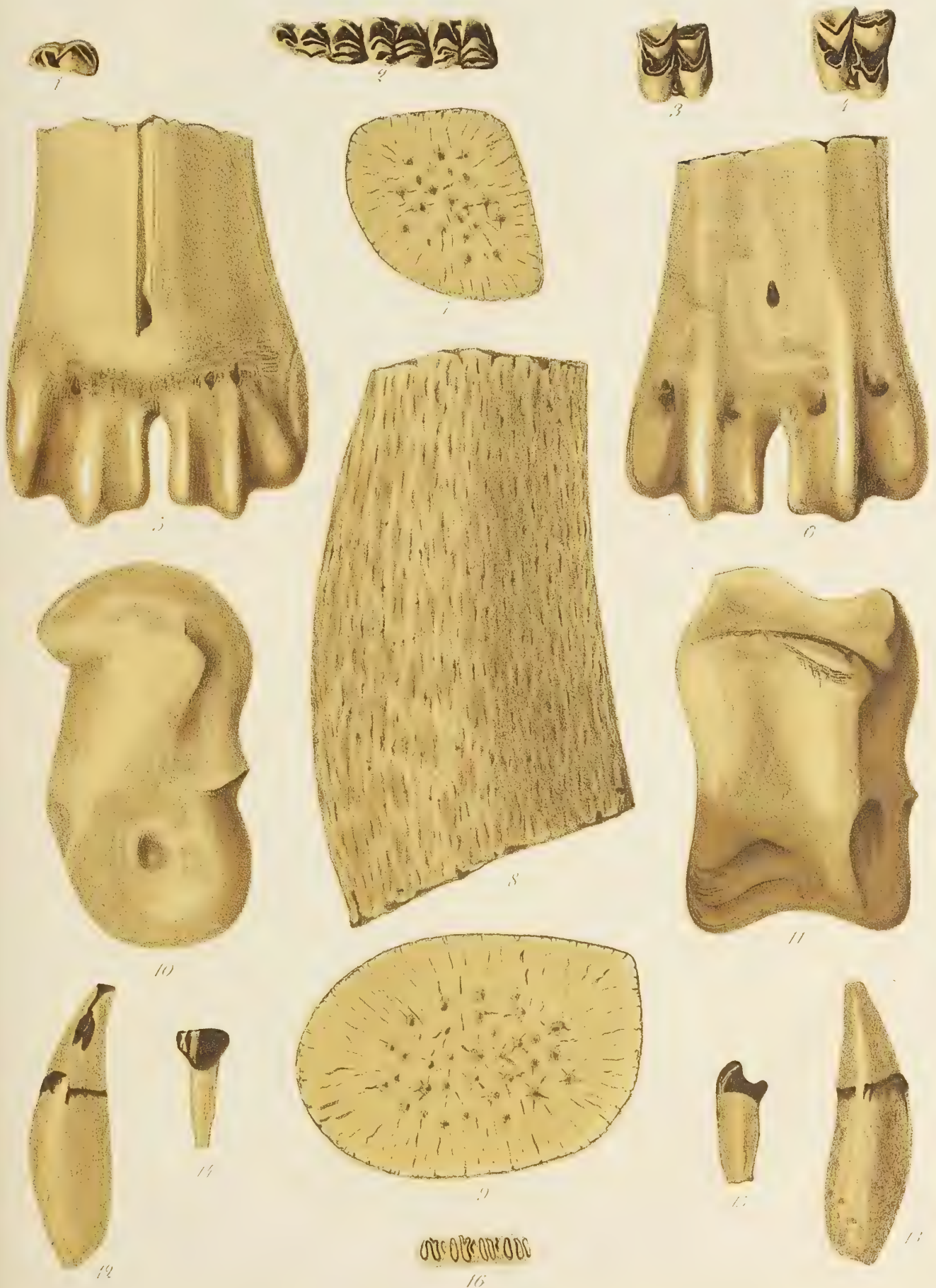
Cromolit. Bruno e Salomone, Roma

Dante Pantanelli dis.

Dante Pantanelli dis.

Lit. Bruno e Salomone, Roma

Dante Pantanelli dis. Lit. Bruno e Salomone, Roma

Dante Pantanelli dis. Lit. Bruni e Salomone, Roma

Nuovi oggetti litici della Calabria.

Memoria del dott. DOMENICO LOVISATO

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia

nella seduta del 6 aprile 1879.

Nuove armi e nuovi oggetti preistorici vennero ad arricchire la mia collezione calabrese, per illustrare la quale nulla risparmiai di studio, di tempo, di denaro. Ai 27 oggetti litici descritti nella mia prima Memoria (1) ed agli 89 nella seconda (2), che danno la somma complessiva di 116 pezzi, altri 116 devo ora aggiungere, che pazientemente raccolsi d'allora in poi e che nel miglior modo possibile coi miei poveri mezzi cercai di determinare.

Prima però di procedere alla descrizione di queste nuove reliquie mi sia lecito dare uno sguardo alla Calabria in generale per alcuni accenni che si rapportano pure alla paletnologia.

Le mie ricerche per rinvenire qualche stazione dell' uomo preistorico in tutta la Calabria settentrionale pur troppo riuscirono vane. Molte furono le caverne da me visitate, e numerosissime che si manifestano alle pendici silane, ma nulla vi rinvenni che si riferisse ai pasti dei primi uomini, nulla che avesse relazione colle prime umane industrie, nulla che mi attestasse avessero quegli antri servito di abitazione, di rifugio all'uomo preistorico, nè alcuno dei 232 pezzi litici calabresi della mia collezione fu trovato in una di quelle caverne nè da me, nè dai gentili da cui quegli oggetti mi furono favoriti, nè da quelli che me li vendettero. Non si dimentichi neppure la circostanza, che presso quelle caverne, che riscontriamo per la prima volta nel miocene medio di Catanzaro, poi nelle sabbie analoghe che si stendono nel piccolo burrone *Tre Torri* nel piano di Luria, in seguito nelle sabbie di Belcastro, nelle altre di Caccuri e più avanti in quelle di Cerenzia, di Umbriatico, di Calopezzati, di Cropalati, di Rossano, etc. e che si trovano tutte allineate, coll' apertura rivolta a mezzogiorno, tutte dirette da sud a nord e fra esse alcune molto estese, e nei dintorni delle stesse, le azze ed in generale gli oggetti litici si trovarono in minor numero. Non sono quindi alieno dal supporre quegli antri come frutto dell' uomo attuale.

(1) *Di alcune azze, scalpelli* ecc. Bollettino delle scienze naturali n. 3, Annata III, Trieste 1878.
(2) *Strumenti litici e brevi cenni geologici sulle provincie di Catanzaro e di Cosenza.* Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 1877-78.

Anche pella caverna del Monte di Tiriolo, da me descritta nella prima Memoria citata e pelle altre fenditure ivi cennate devo venire ad analoga conclusione.

Anzi sento qui debito d'onore di ritirare l'ipotesi emessa con un *probabilmente* la prima volta, che entrai in quella caverna. Diceva allora che « *Forte corrente d'aria pei pertugi del masso, che sbarra il passaggio, indica comunicazione con altra apertura, che probabilmente sarà quella d'entrata, essendo d'opinione che quella sul monte sia d'uscita* ([1]) ».

La corrente d'aria mi trasse in errore, quella stessa corrente di aria che mi avrebbe fatto intravedere una semplice spaccatura senza comunicazione coll'esterno nella parte bassa, se la prima volta vi fossi entrato oltrechè verso mezzogiorno anche nelle prime ore di mattina. Infatti nella esplorazione completa che ho potuto eseguire nei mesi passati ecco quanto mi accadde.

Mercè il permesso di questo signor prefetto comm. Giuseppe Colucci e le agevolazioni da lui gentilmente usatemi ho potuto il giorno 22 luglio p. p. far saltar in aria con mina il masso che sbarrava il passaggio ed inoltrarmi. Ma quale non fu la mia meraviglia quando vidi e provai, che oltre quel masso, lontano 14 metri dalla bocca d'entrata, il pertugio era ristrettissimo, basso e tale che carponi appena e con immensa difficoltà ho potuto procedere oltre, non essendovi che in due o tre punti dopo circa 20 metri due lievi allargamenti! Dopo questo tratto, che in linea retta procede col primo, si presentano pareti liscie, ricoperte da incrostazioni calcari, e foro abbastanza largo indica una discesa, che il primo giorno non ho potuto tentare, essendosi rifiutati a seguirmi i miei compagni per *soverchio coraggio*, nè permettendomi la fortissima corrente d'aria dall'interno all'esterno cioè da nord nord-ovest a sud sud-est di tenere accesi i lumi. Si noti che erano le 11 antimeridiane. Il giorno seguente però in compagnia di Federico Cupelli, giovane di buona volontà, che spesso m'accompagna nelle escursioni, e di Don Antonio Giuliano di Tiriolo, forniti di tutto l'occorrente per tentare l'esplorazione completa, salimmo il monte, entrammo nella caverna e percorsi i primi 14 metri in piedi ed i seguenti 20 carponi, io discesi dal pertugio menzionato senza difficoltà per un'altezza forse di 4 metri. Mi seguì il Giuliano, e mentre il Cupelli teneva sospeso un fanaletto, io accendeva ancora una candela. Ma lascio immaginare quale fosse il mio stupore e come m'impressionasse il nuovo fenomeno: la fiamma da corrente d'aria era portata dall'esterno all'interno cioè da sud sud-est a nord nord-ovest, quindi in direzione contraria a quella che s'era manifestata e il giorno precedente e quando per la prima volta entrai nella caverna! Si noti che non erano ancora le 6 antimeridiane, mentre il giorno precedente erano le 11 e la prima volta al meriggio poco mancava. Il breve piano, sul quale poggia il piede dopo la discesa, può accogliere poche persone e girando lo sguardo nella direzione del crinale del monte, proprio nella stessa direzione cioè da sud sud-est a nord nord-ovest, altro foro indica nuova discesa, mentre le pareti dell'antro, in cui ci troviamo, più che da stalattiti, sono qua e colà ricoperte da panneggiamenti lapidei, che non nascondono però la stratificazione. Esaminato con un po' di lume il nuovo baratro ed aiutato dal sig. Giuliano calai per

([1]) *Di alcune azze, scalpelli* ecc. Trieste 1878 p. 6.

circa altri quattro metri, appoggiato alle pareti, discendenti a strapiombo. Osservata attentamente la nuova posizione, vidi trovarmi in un cunicolo, comunicante nella parte superiore col foro pel quale era disceso, ma che non aveva altra comunicazione in basso che una semplice spaccatura fra gli strati del calcare, che qui pure manifestavano l'inclinazione est nord-est e la direzione da nord-ovest a sud-est che si osservano nella parte superiore del monte. Nella spaccatura larga non più di 25 a 30 centimetri tentai di discendere, ma rimasi sospeso fra i due strati, che non permettono di passare più oltre. Erano le 6 del mattino ed i lumi in calma perfetta; nessuna corrente d'aria turbava le fiamme delle candele.

Dissi che la corrente d'aria m'aveva tratto in errore. Infatti nelle ore del meriggio la superficie del monte diviene così calda per via del sole, che l'aria che si trova a contatto si rarefà tanto da salire ed allora l'aria più fresca della caverna si precipita in luogo di quella per rimettere l'equilibrio, ciò che determina una corrente da nord nord-ovest a sud sud-est, cioè dall'interno all'esterno, corrente che mi trasse in errore la prima volta. All'imbrunire invece comincia quella stessa superficie del monte a raggiare e seguitando questa radiazione, più libera di notte, si raffredda la superficie del monte, si abbassa per conseguenza la temperatura dell'aria, che è con essa in contatto e divenuta quest'aria più densa di quella che si trova nella caverna, che conserva quasi costantemente la stessa densità, si precipita dentro a spostarne l'aria più calda, che dal basso passa all'alto, determinando così quella corrente dall'esterno all'interno, che ho potuto constatare nelle prime ore del 23 luglio p. p. In questo scambio d'aria d'una corrente che esce e di un'altra che entra è naturale che dobbiamo trovare una zona tranquilla, che ho potuto verificare, e nella quale messa la fiamma della candela restava perfettamente immobile.

È dunque il nostro antro una semplice spaccatura, allargata se vogliamo nella parte superiore e lavorata dalla mano dell'uomo, ma se dall'uomo preistorico o dall'uomo attuale, è un problema che resta per ora irresoluto.

Dello stesso tipo di questa, ritengo sieno tutte le altre fenditure, che qua e là si appalesano su quel monte e serpeggiano nelle sue viscere, sprofondandosi.

Noi riteniamo che queste spaccature sieno tutte dovute a forze sismiche, anzichè all'azione erosiva e solvente delle acque circolanti. Esse probabilmente furono prodotte in modo rapido per causa dei terremoti perimetrici alla zona vulcanica, cioè in causa delle oscillazioni sismiche subìte da questa massa calcare, deve essersi operato un distacco per frattura, nascosta dapprima dalle incrostazioni stalattitiche; ma appalesata in seguito ed in rapporto immediato colla stratificazione. Poco o nulla dobbiamo ravvisare in queste caverne-fenditure l'efficacia dell'azione erosiva: i materiali rotolati mancano assolutamente, nè vorremo certamente attribuire a questa azione erosiva delle acque circolanti sotterraneamente lo sfasciume che in parte le ingombra.

Non crederei dover emettere altra opinione per la cosidetta *grotta dell'Eremita*, che dalla vetta del monte di Tiriolo si può vedere nella sottostante regione di Prefago sulla sinistra sponda del Corace. Si entra in essa per un'alta e difficilissima apertura coll'aspetto di fenditura naturale, che mette però in una vastissima sala, la quale volge a nord: le pareti sono ricoperte tutte da incrostazioni calcari ed il suolo da terriccio nero, ma niente rinvenni che attestasse lassù la dimora dell'uomo preistorico,

nè niente trovai nella vasta caverna scavata nel calcare dal fiume Oliva agli scogli di Coirca, non lungi d'Amantea sul mar Tirreno.

Però non ardisco dire altrettanto di quelle scavate nel calcare compatto nero, da me finora riferito al giurese, e che si veggono numerose presso Scalea e lungo tutta la spiaggia fino alla marina di Praja al confine della Calabria Citeriore colla Basilicata.

Incominciando dalla così detta penisoletta di Scalea, che sopporta Torre Talao, e procedendo verso ovest e nord-ovest di Scalea si scorgono numerose queste caverne, ma pur troppo o sono piene di sabbie alluvionali o sono tali, che, assalite già dal mare, bisogna entrare in esse in barca: convien ammettere che quei terreni in epoca assai recente sieno andati soggetti ad una oscillazione di abbassamento, che probabilmente dura ancora.

Non dubito punto che procedendo saggiamente ad escavi si debbano trovare segni di umano soggiorno, che attestino l'esistenza di popolazioni preistoriche in quelle regioni. A confortarmi maggiormente in questa idea valsero le breccie ossifere compattissime che sotto Torre Talao nella parte a mezzogiorno della stessa penisoletta riempiono varie fenditure e che formano il suolo stesso in taluni punti della medesima penisoletta.

Questa breccia durissima contiene in grande quantità ossa di animali, alcune abbruciate, gusci di molluschi monovalvi, carboni, ceneri, selci scheggiate di varî colori. Essa rassomiglia molto a quelle delle caverne del Faraglione nell'isola di Favignana e della grotta Emiliana o Mariana sul monte Erice nel comune di Monte s. Giuliano in provincia di Trapani del Vallo, sebbene sia di esse più compatta, ma un po' meno ricca di ossa e specialmente di molluschi: ha pure una certa rassomiglianza colla breccia ossifera De la Madelaine sulla sinistra della Vezère dell'età del Renna. Tra i molluschi abbondano le natiche, ma nulla pur troppo posso dire delle preziose ossa ivi comprese, perchè in modo orribile uomini ed elementi congiurarono contro di me in quella mia escursione! Mi parve allora molto appropriato il distico, che il grande giureconsulto Gianvincenzo Gravina, nato a Roggiano Gravina nella valle del Crati, quindi calabrese, e mecenate di Metastasio, componeva per Scalea.

Fra le selci potei ricavare una bellissima cuspide di freccia (fig. 25), cui mancano le alette: è una selce bionda, che se non trova l'analoga in quelle che in istraterelli son comprese nei calcari del monte Cifòlo sopra Tortora, la rinviene certamente nell'altra, che in quella catena di elevazioni, pure in istraterelli spessi ed abbastanza grossi, nonchè in nuclei, si mostra nei calcari presso Mormanno e continua il suo sviluppo di là a Campo Tenese.

Di selce un po' più grigiastra è il frammento di coltello disegnato (fig. 26) e di selce rossa è il frammento di raschiatoio (fig. 27). Che il primo pezzo sia una vera cuspide di freccia non c'è alcun dubbio, troppo bene si veggono e troppo perfetti i colpi dati dalla mano dell'uomo: si potrebbe star incerti sugli altri due, che fossero effettivamente lavorati e che avessero appartenuto all'uomo preistorico; ma anche su questi non c'è da dubitare dietro la testimonianza di dotti paleoetnologi, che li esaminarono e che ebbero a dichiararmi di non aver visto mai frammenti naturali di selce, cioè non lavorati, di tali forme.

Il monte Cifòlo sopra Tortora contiene molte varietà di selci piromache, di quarzi e di quarziti fra i suoi calcari in istraterelli, dal color bianco al rosso, al nero: e sebbene alcune di queste sarebbero selci della varietà *Hornstein*, simili a quelle che in Germania si trovano nel Muschelkalk, altre simili a quelle della formazione giurese pure di Germania, io non sarei alieno dall'opinione, che la parte superiore del calcare di quel monte possa appartenere ad altra epoca che non sia la giurese, potendosi trovare selci analoghe anche in altre formazioni. Pur troppo mancano i fossili e nella carta ho segnato quei calcari in generale come giuresi.

Il prof. Fischer fece della varietà nera una piastra polita e paragonandola colle piastre del diaspro bruno d'Egitto, vi vide alquanta rassomiglianza; ma non si potrebbe affermare con certezza che anche questo quarzo nero appartenga alla formazione eocenica come quella d'Egitto. Senza petrificazioni non si fa nulla. D'altra parte gli studî sulle qualità microscopiche dei quarzi delle diverse formazioni sono ancora troppo nuovi per farne già oggi un uso soddisfacente. È certo però che la selce rossigna rassomiglia assai a quella dell'eocene.

La sezione levigata fatta con un'altra varietà biancastra mostra una grande quantità di specie diverse di foraminiferi. Lo studio microscopico di tutte le roccie, ma specialmente dei quarzi farà fare passi prodigiosi alla scienza: l'instancabile prof. Fischer si fece preparare da un ottico una serie soltanto preliminare di 24 sezioni levigate di tutte le sorta di quarzi criptocristallini delle formazioni dette da taluni nettuniche, quindi di pietra lidia, di hornstein, di diaspro, di selce, etc. ed ha trovato già in queste piastre resti meravigliosi ed inaspettati di petrificazioni microscopiche. È a sperarsi che queste disquisizioni portino nuove ed importanti scoperte.

Ritengo fermamente che procedendo ad escavi in quelle caverne e nelle altre, che si trovano sugli scogli ad occidente per andare alla marina di Praja, fra le quali la più vasta è quella del *Saraceno*, si abbiano a trovare cose interessanti. L'apertura alla grotta del Saraceno è piuttosto piccola, elevata sul livello del mare ed introduce in una vasta sala nell'interno. Il mare burrascoso non permise a me nè al mio carissimo amico dott. Francesco Ostermann, cui rendo tante grazie per le cortesie usatemi, di esaminare questa caverna, nè quelle che si trovano all'isola di Dino; visitai invece quella che nella abbandonata Cirella si apre sul versante a mezzodì, ma nulla rinvenni neppure nella grotta di quell'isola ad eccezione di un po' di terriccio e di qualche pezzo di calcare rotolato dalla volta.

Alla marina di Praja nei calcari che si elevano a picco si veggono le vastissime grotte di s. Maria con tre aperture larghissime, una ad ovest e due a sud, con vaste sale nell'interno, una delle quali trasformata in chiesa. Ma chi può azzardare una parola su quegli antri, dopo che l'uomo attuale ha manomesso nel modo più barbaro quei forse antichissimi asili? Nella parte bassa di quel calcare altre caverne si aprono e qui ritorna la breccia ossifera, che forma un alto gradino: è compatta come l'altra della penisoletta di Scalea, ma non contiene che pochissime selci piromache ed è di quella più povera anche di ossa.

Ritenni finora giurese anche questo calcare, ma l'ultima parola ancora non è detta; la pronunzierà il verdetto della paleontologia, avendo trovato fortunatamente

dei fossili in quelle località dopo aver tanto e sempre inutilmente cercato nelle formazioni analoghe.

Agli studiosi di quelle settentrionali contrade affido il fare ricerche nei luoghi da me citati, non dubitando neppure per un momento che le loro fatiche saranno per essere compensate, quando le operazioni di escavo procedano con tutta regola.

Altra regione da esplorarsi appassionatamente e con cura sarebbe per me il bel bacino di Campo Tenese fra Mormanno e Morano Calabro, cinto da muraglie di calcare bigio giurese (?) e riempito da marne mioceniche a *ditrupa incurva* (dentalium), velate da potenti alluvioni postterziarie, che solo qua e là permettono alle argille marnose sottostanti di far capolino. Era un antichissimo lago, luogo molto adatto per palafitte, nè stupirei che un giorno o l'altro si avesse colà a rinvenire qualche cosa d'analogo.

Quivi al *Varco della Manica o Pizzo del Monaco*, all'imboccatura dell'alto bacino terziario, da non confondersi col *Varco* presso le sponde del fiume Juso, che scorre sotto Mormanno, fu trovato un pezzo di *Synodontherium* sotto un masso di tufo, che tagliavasi ad uso di costruzione, messo a giorno dalle alluvioni; l'accompagnavano una piastra dentaria, propriamente l'osso palatino, d'un *Myliobates* ed un molare di *Equus caballus*. Il sig. dott. Edoardo Pandolfi, appassionatissimo cultore delle scienze naturali dopo una cinquantina d'anni dal loro rinvenimento, potea avere queste reliquie fossili per consegnarle al prof. Oronzo G. Costa, che le lasciava al figlio Achille, professore all'Università di Napoli. Quando nel settembre passai per quella città ricercai del detto professore, ma la sua assenza e quella di altri suoi colleghi non mi permisero di esaminare i resti in questione e vedere ancora quanto di roba calabrese possedevano quei musei assieme alla collezione Pilla, che ancora non ho potuto vedere.

Sotto lo stesso masso di tufo nella medesima località fu trovata *una soccia trave di* 100 *palmi di lunghezza.* Queste parole testuali che ricavo dagli Atti dell'Accademia Pontoniana [1] abbisognano di uno schiarimento per essere intese. *Soccia* a Mormanno ed in quei dintorni vuol dire egualmente grossa in tutta la lunghezza, non a tronco di lunga piramide come sono per lo più le travi: i 100 palmi poi corrisponderebbero a 27 (?) metri circa. L'egregio sig. Pandolfi, che visitai, mi disse che altre travi erano state trovate con quella e più oltre, ma inutilmente cercò per me una scheggia che egli dovea tenere, appartenente ad asse trovato tagliando la strada nazionale alquanti anni addietro, in tempi nei quali gli studî delle prime età, quindi di zattere e di palafitte, erano sui primi albori. Lo stesso distinto signore mi regalò una *fusaruola*, trovata nella contrada Carosa, in territorio di Mormanno in terreni alluviali recenti, ed un *dente di cervo*, rinvenuto in formazione postpliocenica di colline fra Laino Borgo (Calabria) e Castelluccio (Basilicata), dove abbiamo altro bacino terziario recente. Si noti che in quelle regioni non vivono più i cervi, ma solo caprioli.

Il tufo ricordato non è altro che l'*Osteacola*, che abbondantemente si sviluppa sulle sponde dei burroni dintorno a Mormanno, verso Campo Tenese, Morano e

[1] Volume VI, pag. 271-75.

Castrovillari, nella quale ultima località si vedono delle foglie di acero magnificamente conservate.

Anche il magnifico bacino di Campo Tenese è raccomandabile alle ricerche accurate dei paleoetnologi assieme alle grotte di Praja, di Scalea e forse anche all'immenso piano paludoso, nel quale serpeggia traditore il Lao. Ho viva fede che gli sforzi loro e le loro fatiche saranno coronati da buon successo, anche pei vantaggi che ne ricaverà la scienza.

Prima di lasciare questa località mi piace notare come nelle vicinanze di Laino Borgo, sulla sponda destra del Lao, sulla rupe calcare, che perpendicolarmente s'eleva là dove si dice sorgesse un tempo Tebe Lucana, furono trovati bellissimi vasi ed alcune di quelle armi di piombo, che si chiamano *ghiande missili*. Rammento ciò per debito di gratitudine verso il sig. Giovanni Dulcetti, che volle regalarmi due di quelle ghiande, di cui una terza fu da me trovata, ma senza alcuna scritta sopra il pliocene recente, che s' incontra prima d'arrivare a s. Demetrio Corone sulle falde settentrionali della Sila.

Vani riuscirono pure i miei sforzi per scoprire qualche cosa che accennasse ad una stazione preistorica sotto Squillace, dove dissi già [1] di aver trovato selci piromache giuresi e nella trincea della nuova strada di Squillace e sul ciglio dello sperone gneis-granitico di Stalletti e nel piano inclinato, che forma il bell' avvallamento sottostante e che sale alla Coscia di Stalletti. Dissi allora che esse devono derivare o da una formazione giurese esistente nei monti delle Serre, che pochissimo conosco anche adesso, o da una formazione distrutta. Ora pure sono della stessa opinione specialmente dopo la conferma avuta dal mio bravo e carissimo collega dott. Filippo Pignatari, dell'esistenza cioè nel Monteleonese di formazioni a selce piromaca. Mi è grato esprimere qui pubblicamente all'egregio amico la mia riconoscenza pei preziosi oggetti, che mi volle favorire, fra i quali non per ultima ricorderò la graziosa *cuspide di freccia* (fig. 28) che fu trovata in contrada Gurnali fra Filogaso e Monte Rosso, infissa nella volta d' una caverna rovinata, in strato di sabbia poco compatta e di una potenza dai 6 ai 7 metri.

Ritengo quelle selci da me trovate sotto Squillace proprio come selci di rifiuto, confermandomi tanto più in questa idea le due rozze cuspidi di freccia, scoperte nella medesima località dal mio amico ing. Vincenzo Rambotti [2].

I cocci soltanto frammisti a quelle selci mi suscitano qualche dubbio. Infatti essi sono cotti come lo dimostra in tutti il color rosso, che si produce per l'acqua che se ne va dall' argilla del ferro ossidato idrato. In parte essi sono formati da un' argilla più pura ed in parte mescolati con particelle di quarzo, ecc. per produrre una maggiore durezza. Ora si sa che gli oggetti d' argilla, appartenenti al primo periodo degli uomini, non sono cotti, dunque non rossi, ma hanno un colore nero, grigio e sono sovente fatti d' un' argilla mescolata con grani di quarzo, ma alle volte anche d' un'argilla pura. Dobbiamo quindi in ogni modo riferire quei cocci ad un periodo dell' industria umana già perfezionato.

[1] *Di alcune azze, scalpelli* ecc. Trieste, 1878 pag. 8.— *Strumenti litici e brevi cenni geologici* ecc. Roma 1878 pag. 12.

[2] Bullettino di Paleoetnologia italiana, anno 2 pag. 222.

Distinguerò anche gli oggetti litici di questa Memoria in due categorie, in quella di roccia indigena e per lo più calabrese, e nell'altra di sostanza esotica, cioè di *fibrolite*, di *sillimanite*, di *glaucofano*, di *saussurite*, di *giadeite*, di *cloromelanite*, di *nefrite*, etc. La prima comprende il maggior numero delle azze preistoriche di Calabria e consta per lo più di *diorite*, di *diorite schistosa*, di *diorite micacifera*, di *eufotide*, di taluna *sienite-diorite*, più raramente di *sienite* vera, di *gneis* (probabilmente una sola), di *chinzigite*, di *diorite porfirica*, di *diorite porfirica quarzifera*, di *porfido con mica in fogliette*, alcune di *schisto amfibolico*, di *schisto bituminoso con mica*, di *schisto argilloso*, di *schisto cloritico*, di *asbesto amfibolico*, di *roccia priossenica*, di *pirossene od amfibolo*, di *amfibolo*, di *amfibolo od eufotide*, di *amfibolite*, di *diabasio*, di *halleflinta*, di *bronzite*, e tre finalmente anche di *serpentino* sopra 232 pezzi.

Ridurrò quelle della prima categoria ad una semplice enumerazione, ed indicando semplicemente la provenienza loro, risparmierò la noia di lunghe descrizioni, di misure relative, riserbandomi qualche cenno per quelle fra esse che sembrarono di maggiore importanza.

Alle *dioriti* in generale, e sotto questo nome abbracciamo anche quelle di diorite-schistosa, di diorite micacifera, di eufotide, qualche rara di diorite-sienite, alcuna assai più rara ancora di sienite, di diorite porfirica e porfirica quarzifera e di porfido, appartengono 46 dei nuovi 116 oggetti litici che qui devono essere descritti, cioè:

1 (117) di Longobucco; 1 (118) di Squillace; 3 (119, 120, 125) di Cleto (Pietra Mala) nel mandamento d'Ajello; 2 di Mongiana (121 e 198 col peso specifico = 2,92065); 10 (122, 126, 190, 204, 207, 208, 212, 226, 227, 228) di Girifalco che debbo per la massima parte agli egregi maestri Daniele Levato e Giuseppe De Gattis; 3 (123, 128, 188) di Feroleto; 1 (124) di Tiriolo; 1 (127) di s. Demetrio Corone; 1 (129) di Conflenti; 1 (130) di Fossato Serralta; 3 (162, 186, 214) di Cicala; 1 (170) di Serra s. Bruno; 10 (178, 179 porfido con mica in fogliette col peso specifico = 2,89828, 180, 181, 183, 185, 187, 189, 191, 193 diorite porfirica analoga al n. 194, all'azza n. 19 ed al martello n. 20 della prima Memoria [1]) di Serrastretta, che debbo per la massima parte alla cortesia del bravo maestro Tommaso Fragale; 1 (194) del mandamento di Soverato, per la quale sono riconoscente all'egregio professore dott. Giuseppe Ricca Rosellini; 2 (215, 216) di Nicastro, regalo del distinto consigliere sig. Pasquale Nicotera; 3 (217, 218, 219) di s. Mango d'Aquino, favoritemi dall'ottimo maestro Sebastiano Garofalo; 2 (220, 221) di Pizzoni nel Monteleonese.

L'azza Martello n. 162 (fig. 13 e 14) proveniente da Cicala, di *diorite porfirica quarzifera*, mi fu favorito da Don Giuseppe Astorino. È magnificamente conservato, colla scanalatura che gira tutto all'intorno come nei martelli d'America: la penna è ristretta ma intiera; il capo è consumato forse per essere stato troppo usato nel pestare il sale; finiva forse in forma di ellissoide od a punta, presentando un cono a sezione ellittica. La tinta generale è rossigna oscura e la roccia è probabilmente della formazione di Catanzaro.

(1) *Di alcune azze, scalpelli* ccc. Trieste 1878 pag. 28.

L'azza n. 190 di *diorite micacifera*, favoritami dall'egregio sig. dott. Giovanni Luino, provveditore agli studî, che l'ebbe da Girifalco, è la più colossale della mia collezione e credo in dimensioni superi tutte quelle che finora furono trovate in Calabria: è lunga 230 millimetri, larga 71, colla grossezza massima di 50 pesa 1304, 3 grammi, magnificamente conservata. Non conosco che una sola azza che sia più lunga di questa mia ed è quella di color verde oscuro, probabilmente di diorite od in generale di sostanza serpentinosa, che nel museo Kircheriano di Roma, porta la scritta di località ignota degli Abruzzi: attraverso le lastre delle vetrine ho potuto calcolare la sua lunghezza approssimativa di 270 millimetri.

131. Azza grandissima (165, 75, 42) di *schisto amfibolico* verde oscuro, compatto, ben conservata e comperata a Borgia da una donna di S. Vito nella Calabria meridionale.

132. Della stessa sostanza e magnificamente lisciata, benissimo conservata anche nel taglio, fatto a sgorbia, è l'azzina regalatami dal distinto medico e sindaco di Squillace Don Agazio Carnovale, che l'ebbe da un vecchio pieno di pregiudizi. Fu trovata nel bel bacino fra Squillace ed Amaroni in contrada detta *fontana di vino*, pei dintorni ricchi di vigne: quella contrada porta anche il nome di *alto mare*, allusione forse al mare che in epoche non molto remote di là si ritirò. Il suo peso specifico = 2,9773.

133. Piccola azza alquanto irregolare e rovinata nella parte inferiore di un verde diverso delle due precedenti, di *schisto amfibolico* o meglio di *arenaria amfibolica*, regalatami dal sig. Michele La Gala e proveniente da Filadelfia.

134. Scalpello di *schisto bituminoso con mica*, allungato, male conservato, di color quasi nero, a grana finissima e regalatomi dall'ex sindaco di Pentone sig. Giuseppe Marini, che l'ebbe dal Cosentino. È fusibile ad uno smalto, la sezione levigata difficilmente diviene subdiafana, ma è polarizzante.

135. Azza grossolana, col taglio levigato ma grosso, di *schisto argilloso con amfibolo*, regalatami da Don Gaetano Solimena di Ajello e trovata da Antonio Caferri nella contrada *Castanedo;* è di color cenerino, tutta pentecchiata da macchiette nere, rappresentanti i cristallini ed i grani d'amfibolo.

136. Azzina-ciottolo, rovinata nella parte superiore, nel resto bene conservata, di color verde lucente, perchè di *schisto cloritico*, trovata nel cosentino, regalatami da Marini.

137. Taglio e parte inferiore di grossa azza di magnifico *Asbesto amfibolico* verde chiaro, lucentissimo, iridescente, rassomigliante nella parte lisciata magnificamente alla labradorite. È fusibile ad uno smalto: peso specifico = 2,977. Mi fu regalato questo pezzo dal provveditore Luino che l'ebbe da Serrastretta.

151. Azza schiacciata, abbastanza grossolana, colle costole bene appianate, abbastanza bene levigata, ma col taglio grosso e colla parte superiore rovinata. Peso specifico = 3,058. La piastra polita di quest'azza, che comperai a Fossato Serralta per 50 centesimi, mostra una *roccia pirossenica.*

152. Azzina nera (44, 35, 8) bene conservata e levigata, con qualche screpolatura e qualche indizio di frattura oltre che sulle faccie anche sulle costole appianate; regalatami dal brigadiere delle guardie forestali sig. Vincenzo Preti, che la trovò negli

altipiani Silani. Il peso specifico = 3,052; la durezza = 4,5....5; probabilmente è di *basalto*.

153. Grossa azza ben conservata, ad eccezione della parte asportata nel lato superiore. Alla semplice ispezione si presenta come un *basalto feldispatico* od anche come un' *amfibolite,* trascorrente in serpentino: la piastra polita mostra qualche cosa come della *fibrolite,* ma in fatto è un *amfibolo.* Ebbi quest'azza dal mio ex-scolaro Gregorio Badolisani di Davoli.

154. Parte inferiore o semplice tagliente, magnificamente conservato e molto leggermente incurvato di una azzina pure *d'amfibolo* col peso specifico = 2,944 e colla durezza = 4....5, regalo dello studente Giuseppe D'Agostino di Gizzeria.

Di *Amfibolo* pure è il n. 17 della prima Memoria [1] che si riferisce al ciottolo discoidale di Don Luigi Villelli e che era rimasto indeterminato.

155. Ciottolo-azza informe di color verde cupo di *amfibolo con pirite,* trovato a Borgia.

163. Azza spezzata forte *d'amfibolo*, di tessitura radiato-fibrosa; schiacciata, allargata nella parte inferiore, col taglio rovinato; mostrante sulle due superficie il ciottolo di fiume; di colorito rossigno-giallognolo oscuro; peso specifico = 2,889; durezza = 5. Mi fu regalata dal venerando patriota Don Luigi Caruso, che l'ebbe dal sig. Raffaele Mauro di s. Demetrio Corone, alle falde settentrionali della Sila.

164. Azza informe spezzata di Belcastro, pendici meridionali della Sila, regalatami da Don Antonio Ciacci. È d' un minerale di tessitura raggiato-fibrosa, forse d'*amfibolo,* difficilmente fusibile con ebollizione ad uno smalto giallo; con soluzione di cobalto non diviene azzurro. È di color cenere verdognolo, rotta superiormente ed inferiormente e presenta magnificamente sulle due superficie il ciottolo del fiume. Fu trovata nelle rovine del seminario.

166. Azza, che presenta magnificamente la forma del ciottolo di fiume, regalatami da Don Giuseppe Astorino di Cicala: è di *schisto argilloso* col peso specifico = 2,895 e colla durezza = 5....5,5.

156. Metà inferiore d'azza chiara, giallo verdognola, con piccole chiazze più oscure, col taglio molto incurvato ad arco di cerchio, comperata a Conflenti per mezza lira: la sostanza è di struttura raggiato-fibrosa, ma non si comprende bene se è *amfibolo* o *pirossene;* peso specifico = 2,873, durezza = 4....4,5.

168. Frammento superiore d' azza verde di Filadelfia, favoritomi dal sig. Michele La Gala, d'*amfibolo,* varietà *Actinolite* con *magnetite*: il peso specifico = 3,018, la durezza = 5,5....6.

184. Di roccia probabilmente analoga è la parte inferiore d' azza pesantissima del sig. Tommaso Fragale di Serrastretta. Peso specifico = 3,01059; durezza = 5,5....6.

213. Azza molto larga e sottile, ben levigata, con alcune scabrosità, rotta nel taglio, di color verde sbiadito, con macchie gialle, probabilmente d'*amfibolo* o *di pirossene,* proveniente da Serrastretta: ma la diagnosi sicura non si può fare senza la sezione levigata pel microscopio.

157. Azzina di forma in trapezio, ben conservata, di color verde sporco, al taglio

[1] *Di alcune azze* ecc. Trieste 1878 pag. 27-8.

così larga, come lunga, comperata a Cleto (Pietra Mala) per 50 centesimi. Oltre le due costole piane, ha anche altre facciuzze che a quelle discendono e sulla parte superiore e sulla superficie inferiore. Si presenta come un *amfibolo* o come un' *eufotide* a minutissimi elementi.

158. Azza tozza, larga, schiacciata, oscura, un po' rotta nella parte superiore, colle costole bene lavorate, in forma di rettangolo, avuta dal sig. Rosalbino Roberti per mezzo del sig. Domenico Caruso e proveniente da Melito presso Altilia e Grimaldi. Il peso specifico è = 2,965, la durezza = 6; è fusibile ma colla sezione levigata ancora non si capisce bene la sostanza che sembra un minerale semplice, non una roccia composta: forse è *amfibolo* decomposto, mentre a bella prima la si prenderebbe per *amfibolite*, colorito verde oscuro, con macchie tendenti al rossigno.

224. Azza magnifica, esternamente quasi nera, dentro verde oscura, probabilmente d'*amfibolite*, favoritami da Pignatari, che l'ebbe da un contadino il quale dice d'averla trovata all'Argenteria, contrada presso Monteleone.

161. Azza verde chiara, rovinata nella parte inferiore, nel resto bene conservata, regalatami dal mio bravo scolaretto Gaetano Fragale di Serrastretta. Ha il peso specifico = 2,762 ed è di *diabasio con diallaggio e clorite.*

210. Azza rotta diagonalmente col taglio un po' rovinato, regalatami assieme ad altre dal sig. maestro Tommaso Fragale di Serrastretta. Mi sembra *diabasio.*

205. Stupenda azza bianca (fig. 23 e 24) conservatissima, trovata alle pendici meridionali della Sila (Sersale) e gentilmente esibitami dall'egregio provveditore Luino. Il suo peso specifico = 2,87: si potrebbe pensare ad una modificazione di *halleflinta* (petroselce agatoide o adinolo), ma questa mostra solamente un peso specifico che va da 2,63 a 2,72 e secondo Bombicci [1] da 2,61 a 2,64, mentre come si vede superiormente la nostra azza arriva fino a 2,87; dunque potrebbe essere un intercluso di feldispato (oligoclasio o labradorite), derivante dall'una o dall' altra roccia feldispatica, da un' eufotide o da una chinzigite. Noterò il curioso fatto che mi presentò quest' azza: nell' aria mi dava il peso di 156,57 grammi, immersa nell' acqua, levata, asciugata e pesata dopo tre ore il suo peso era aumentato di 0,52 grammi e 24 ore dopo pesava di più della prima volta 1,595 grammi; continuata l'esperienza vidi che ben poca acqua più assorbiva.

195. Azza grandissima, ricoperta da patina oscura, ma internamente di color verde olivo, rotta nella parte superiore alquanto, regalatami dal mio scolaretto Fragale di Serrastretta. Il peso specifico = 3,07274; la durezza = 5....5,5: è probabilmente di *bronzite con actinolite* o *stralite in bronzite.*

197. Azza con taglio inclinato a somiglianza di quella di Filadelfia, descritta nella seconda Memoria [2], avuta da Don Antonio Ciacci di Belcastro. È di color giallo verdognolo, rotta nella parte superiore col peso specifico = 2,9944, colla durezza = 5, pressochè infusibile, di *bronzite* o di *amfibolo decomposto.*

199. Azza verde chiara che mostra da una parte e dall'altra il ciottolo, con due scanalature, regalatami dal maestro Fragale di Serrastretta. La lunghezza di questa

(1) Bombicci, *Corso di Mineralogia*, vol. II parte 2ª pag. 914.
(2) *Strumenti litici e brevi cenni geologici* ecc. Roma 1878 pag. 15.

azza è di 110 mm., la larghezza massima 54 e la grossezza massima 22; il peso specifico = 3,04289; la durezza = 5; è rovinata nel taglio e presenta delle macchie rosse forse per pirite in decomposizione. È di *bronzite* pressochè infusibile o forse un *amfibolo decomposto.*

192. Magnifica azza rotta nella parte inferiore, probabilmente di *gneis* ricchissimo di mica, regalatami dal maestro Fragale di Serrastretta: dissi probabilmente perchè mentre il feldispato e la mica si vedono magnificamente, non comparisce netto il quarzo, che spero si mostrerà nella lamina levigata.

165. Azzina magnificamente conservata di colore oscuro attraversata da vene nere, favoritami dal maestro Girolamo Jenzi, che l'ebbe da una famiglia di contadini nella borgata Polverini di Feroleto Antico. Essa è in modo stupendo conservata ad eccezione di piccola frattura nella parte superiore, col taglio ricurvo a mo' di sgorbia, convessa sopra una delle superficie, piana sopra l'altra, con le costole appianate, colle dimensioni relative di mm. 62, 36, 18; col peso specifico = 3,17936, colla durezza = 5,5. Non potrei per ora dare per sicura la sostanza che compone questo pezzo.

167. Azza che sembra di *dolerite* (?); col peso specifico = 3,05402; colla durezza = 5,5; colle dimensioni relative di 118, 43 e 35 millimetri e con una magnifica scanalatura o solco della lunghezza di 103 mm., come puossi vedere nella tavola annessa (fig. 15 e 16); dalla parte destra del solco è alquanto picchiettata, in tutto il resto molto liscia, di colore oscuro e la sostanza che la compone è un minerale omogeneo. La debbo alla cortesia di Don Antonio Ciacci di Belcastro.

175. Azza molto bene conservata di colore bianco-giallognolo con macchiette verdi lucenti, di roccia finora non determinata, avuta dall'amico Pignatari di Monteleone. È rotta un po' nella parte superiore, col taglio conservatissimo ma fatto a zig-zag; le dimensioni relative sono 81,50 e 19 mm., il peso specifico = 2,94529; la durezza = 4....4,5.

182. Azza bianca di Pignatari di Monteleone. È abbastanza bene conservata, colle costole pianeggianti e le faccie pure molto piane; il peso specifico = 2,97914; la durezza = 4....4,5. Rassomiglia al *conglomerato di porfido,* ma ha bisogno questo pezzo d' essere ulteriormente studiato.

203. Parte estrema superiore di azza di colore verde pomo, avuta dal maestro Fragale di Serrastretta, col peso specifico = 3,076449, colla durezza = 7....7,5, il cui studio rimettiamo ad altra volta.

209. Azza oscura esternamente, rosso cupo nella parte interna, di un minerale omogeneo, non di roccia, per ora non ancora conosciuto. È stupendamente lisciata, ma irregolarmente, rotta o consumata nella parte superiore ed un tantino nel taglio piano da un lato, inclinato dall'altro; con due piccoli solchi od intacchi dalla parte alta: la debbo alla gentilezza del mio scolaro Giuseppe Migliaccio di Girifalco.

222. Bellissima azza schiacciata, larga, rotta nella parte superiore, di color verde con altre macchie di altro verde più chiaro, proveniente da Triparni, villaggio di Monteleone, ma della cui composizione nulla ancora posso dire.

223. Anche di questa azza, superbamente conservata e lisciata con macchie bianche e verdi chiare, proveniente da Monteleone, regalatami da Pignatari, rimando lo studio ad altra volta.

140. Di *dolerite* sembra una grossa azza informe, proveniente da Vincolise, regalatami dal sig. G. Levato.

211. Azza di *chinzigite,* alquanto rovinata e poi ritoccata col lavoro nella parte superiore, di colore giallastro con venature oscure nella parte esterna, , ma rosso biancastra nella parte interna, perchè ricchissima di granato. È interessantissimo questo pezzo, perchè la roccia fresca è conosciuta in Calabria, anzi è una delle roccie più diffuse nella zona delle pietre verdi ([1]).

La maggior parte delle roccie componenti le azze finora descritte trovano le corrispondenti nella Calabria settentrionale e nel Monteleonese, dove la zona delle pietre verdi è sviluppatissima, specialmente sulle falde occidentali della Sila, nella catena littorale, dove troviamo le più belle dioriti ed eufotidi e sulle sponde dell' istmo terziario fra Squillace e s. Eufemia.

Anche qualcuna delle sostanze componenti gli oggetti litici che descriveremo in appresso ritengo non sia estranea alla Calabria: intendo parlare della *sillimanite* semplice e della *sillimanite con granato.* Dissi già nella seconda Memoria ([2]) su questo argomento di aver trovato la *sillimanite* in Calabria, ma solo come elemento componente una magnifica roccia nuova, contenente assieme a quella sostanza ancora quarzo, mica e granato. Essa sta nella zona delle *pietre verdi* assieme ad altre roccie a granato nell'alto Fiumicello, confluente del Cardone, poco lungi da Cosenza: per quante ricerche facessi non mi venne fatto di trovare quel minerale in nuclei, in noduli, in vene, ma solo diffuso colle sue venuzze ondulate nella massa della roccia, la quale non può portare altro nome che quello di *schisto micaceo con sillimanite e granato,* potendone ricevere un altro quando la zona delle *pietre verdi* sarà più accuratamente studiata. Però poco lungi dal camposanto di Monteleone trovasi nella stessa zona delle *pietre verdi* una roccia che assieme al quarzo ed a poca mica comprende in maggior quantità la sillimanite: fa capolino solo in alcuni punti, ma ritengo che scavando si possa forse identificare quella roccia sillimanitica, che denomineremo *schisto micaceo con sillimanite,* colla sostanza componente alcune delle mie azze preistoriche messe nel numero delle sillimaniti.

Alle descritte nelle altre due Memorie, abbiamo ora d'aggiungere le seguenti:

146. Azzina superba di *sillimanite,* regalatami dal figlio Tommaso di Don Antonio Ciacci di Belcastro. È di un bellissimo bianco Madreperlaceo con alcune macchie di mica nera e giallognola; è un po' rotta nella parte superiore, ma stupendamente conservata nel taglio, mostrando però nettamente il ciottolino di fiume; le dimensioni relative sono di 50, 29, 9 mm., la densità = 3,1418; la durezza = 6,5....7.

147. Azzina-scalpello di *sillimanite,* colle dimensioni relative di 45, 14,6 millimetri, magnificamente conservata, col taglio taglientissimo, di color più giallognolo della precedente, con venature ondulate gialle e con minor quantità di mica; peso specifico = 3,1579, durezza = 7. La debbo alla cortesia del mio collega Pignatari, il quale la ricevette da un vecchio mandriano di Vena, che si ricorda d'averla trovata 60 anni fa nella valle di Maglia.

([1]) Bollettino del R. Comitato geologico n. 9 e 10, settembre ed ottobre 1878.
([2]) *Strumenti litici e brevi cenni geologici* ecc. Roma 1878 pag. 17.

148. Azza superba, pesante, grossa, col taglio rovinato e rotta nella parte superiore, che mostra la struttura interna, fibrosa ondulata bianchiccia; la parte bianca predominante delle due faccie e che tende al latteo sporco, è attraversata da ondulazioni nere, rossastre e verdastre, che formano come delle arborescenze. Le parti rossastre sembrano granati, e quindi la sostanza componente questa magnifica azza sarebbe *sillimanite* con poco *granato ;* il suo peso specifico = 3,084; la sua durezza = 7. Sono grato per quest'azza, proveniente dal Monteleonese, all'egregio provveditore agli studî Luino.

171. Azza superbissima di *sillimanite* (fig. 17 e 18) comperata a s. Nicola di Crissa. Le dimensioni relative sono di 74,39, 17 millimetri; il peso specifico = 3,17370; la durezza = 7....7,5; il colorito bianco, azzurrognolo, rossigno con macchie e venature brune: è perfetta nella conservazione.

225. Scalpellino di *sillimanite* trovato dall' amico Pignatari nel bosco Fallà mentre si dissodava un pezzo di bosco per ridurlo ad aratorio, distante due chilometri circa dal casino Gagliardi, detto li Scrisi.

Osservino i dilettanti di paleoetnologia che la densità della *sillimanite* è notata generalmente fra 3,1 e 3,3, e precisamente da 3,1 a 3,2 per la *bucholzite* e da 3,2 a 3,3 per la vera *sillimanite,* sebbene come già dissi altrove ormai i mineralisti francesi e tedeschi non fanno più alcuna distinzione fra la *bucholzite* e la *sillimanite.* Nel Websky troviamo ancora notate delle sillimaniti con un peso specifico maggiore, infatti mentre egli dà per una varietà descritta da Breithaupt 3,257, per un' altra del Naumann 3,2 a 3,3, per altra dell'Hausmann dà il peso specifico che va da 3,257 a 3,410. La durezza quasi sempre va da 6 a 7, raramente oltrepassa il 7° grado. Ho voluto ciò notare, perchè in recenti scritti trovai qualche pezzo preistorico col peso specifico = 2,986 notato come di *sillimanite*; chi sa che non sia una bella *giada nefrite* quell'azzina!

169. Azza di *sillimanite con granato,* comperata a Serra s. Bruno, nel Monteleonese. È di *sillimanite con granato* ad onta del peso specifico = 3,06237, perchè dubitandone io, volli avere la conferma dall' illustre prof. Fischer: la durezza = 7. È più oscura della già descritta (n. 148), conformata a scalpello e con sostanze verdi che l' inquinano: dimensioni relative di 84, 51, 23 mm., conservatissima.

174. Parte inferiore d'azza di *sillimanite con granato,* regalatami da Pignatari. Il suo colorito è bianco sporco, madreperlaceo, con grosse macchie rosse, che corrispondono ai granati, superbamente levigata, colle costole appianate, il taglio molto bene conservato a mo' di sgorbia; il peso specifico = 3,11313; la durezza alquanto superiore al 7; manda fortissime scintille.

La roccia magnifica che compone queste due ultime azze e quella che porta il n. 148, ritengo pure non sia estranea alla Calabria e che debba ritrovarsi nel Monteleonese: tutte e tre queste azze assieme ad una quarta posseduta da persona amica, e composta di *sillimanite con granato* furono trovate in quel circondario, ricchissimo di roccie a granati e dove si trova pure la sillimanite.

149. Azza di *fibrolite,* molto bene conservata, ben levigata, di color bigio rossastro, trovata a Gimigliano ed a me regalata dal cav. Cesare Sacchetti. Il peso specifico = 3,19 3; la durezza = 5,5....6; le dimensioni relative di 69, 47, 17 mm.: è infusibile e diviene azzurra con soluzione di cobalto.

206. Azza di forma ovale di *fibrolite,* avuta dal bravo maestro di Girifalco, Daniele Levato: il peso specifico = 2,8959; la durezza = 5,5....6.

196. Parte inferiore di azza grandissima e molto interessante, avuta dal mio scolaretto Fragale di Serrastretta. A primo entro sembra che la sostanza associata all'*epidoto* sia *amfibolo* o *fibrolite,* ma osservata la sezione levigata e colla polarizzazione si vedono i cristalli prismatici mostranti dicroismo in bianco ed azzurro del *glaucofano;* quindi abbiamo un *epidoto con glaucofano.* Il peso specifico = 3,22998; la durezza = 6.

200. Azza informe, che mostra il ciottolo di fiume in tutta la sua estensione, di un bellissimo colore verde cupo con macchie e strie di altro verde più chiaro e talvolta bianco giallognolo. È una *saussurite* col peso specifico = 3,012469 e colla durezza = 6,5, regalatami dall'egregio sig. Francesco Sadurny di Mongiana. Ha una piccola intaccatura longitudinale, è molto rovinata nel taglio e nella parte superiore e nessuna azza meglio di questa in tutta la mia collezione conferma la verità che i popoli preistorici per le loro armi e pei loro strumenti sceglievano i ciottoli più duri e più tenaci, che le acque aveano già in parte lavorato lisciandoli. Le dimensioni relative di quest'azza sono di 90, 38 e 24 millimetri.

Ho riservato per ultimo la descrizione di alcune azze di *giadeite,* di *cloromelanite* e di *giada nefrite,* perchè queste sostanze cotanto rare riescono della massima importanza pel paleoetnologo e per l'archeologo, giacchè esse forse condurranno alla soluzione di problemi relativi agli uomini, che vissero in epoche, alle quali la storia non ha ancora potuto assegnare sicuri dati.

Sono proprio queste tre sostanze minerali, che compongono le azze, i martelli, gli amuleti ed ogni sorta d'utensili e di armi dei primi uomini, che maggiormente richiamano l'attenzione degli studiosi delle primiere età e richieggono le ricerche assidue degli archeologi. Queste tre sostanze al carattere importantissimo della durezza riuniscono quello d'una forte resistenza alla percussione.

Recentemente l'illustre Fischer ed il sig. A. Damour hanno pubblicato a Parigi nella Rivista Archeologica, che ha per iscopo di raccogliere i documenti e le memorie relative allo studio dei monumenti, alla numismatica ed alla filologia dell'antichità e delle età di mezzo, una interessantissima Memoria sulla distribuzione geografica delle azze e di altri oggetti preistorici.

Approfittando del gentile permesso accordatomi dal dottissimo professore di Friburgo, entro nelle preziose pagine di quello scritto per farne un esteso accenno.

I due illustri paleoetnologi, noti al mondo per i loro molto importanti lavori, che riguardano in special modo questo argomento, dopo aver accennato agli oggetti litici raccolti nelle caverne, nelle sepolture, nelle abitazioni lacustri e sopra i terreni quaternari, oggetti formati di sostanze molto diverse fra loro riguardo agli elementi mineralogici che li compongono; dopo aver fatto parola della sagacia, dalla quale gli uomini di queste antiche età erano sempre guidati a scegliere il materiale per questi oggetti e del discernimento ammirabile e perfetto delle loro proprietà fisiche, che concorrevano a renderli meglio appropriati al loro impiego: dopo aver opportunatamente ricordato, che se da un lato le cuspidi di freccia e di lancia, i coltelli, i raschiatoi ed in generale gli strumenti a punta acuta, ad angoli taglienti erano

formati di silice, di agata, di diaspro, di quarzo, di ossidiana, ecc., tutte specie minerali, che sebbene durissime facilmente si possono dividere in lamine sottili e taglienti, dall'altro lato le azze, i martelli, gli scalpelli e gli oggetti per tagliare il legno, ecc.; erano costituiti di preferenza di giada, di giadeite, di fibrolite, di diorite, di dolerite, di porfido, di petroselce, di basalto, di eufotide, etc.; passano ad osservare che mentre la maggior parte di queste sostanze minerali sono estesamente sviluppate e si trovano in numerosi punti della superficie terrestre, due specie sono rarissime e precisamente la *giada nefrite* e la *giadeite,* delle quali non si conoscono finora i giacimenti che in numero molto ristretto in alcuni punti del continente asiatico e di alcune isole dell'Oceania. Abbiamo detto come rarissime soltanto due specie e non tre, perchè il sig. Damour, come vedremo e diremo in appresso, considera la terza specie cioè la *cloromelanite* come una semplice varietà verde-nera di *giadeite.*

Il sig. Damour da parecchi anni diede la descrizione e l'analisi di ciascuna di queste specie minerali [1] e numerose analisi possediamo pure di frammenti staccati di azze di queste sostanze, trovate in Isvizzera, del sig. Fellenberg, professore all'Università di Berna (24 agosto 1869, Soleure), le quali tutte concordano fra loro e non lasciano punto d'incertezza sulla composizione di queste specie minerali. Sempre secondo quella interessantissima pubblicazione, noi troviamo che le diverse varietà di nefrite e di giadeite si mostrano allo stato di ciottoli o di blocchi arrotondati più o meno voluminosi, che probabilmente esistono anche in America nelle alluvioni del fiume delle Amazzoni [2], ma per nulla si manifestarono ancora ed in nessun punto dell'Affrica e dell'Europa.

Considerando ora la rarità dei giacimenti di queste sostanze minerali, sapienti archeologi hanno emesso l'opinione che le azze e gli altri oggetti preistorici in *giada nefrite* ed in *giadeite,* di cui si veggono numerosi campioni riuniti nei musei, nelle collezioni particolari e che si raccolgono ancora giornalmente nelle nostre contrade sieno stati importati dalle popolazioni, che secondo le più antiche tradizioni emigrarono dal continente asiatico per penetrare nelle diverse parti dell'Europa. La presenza di questi oggetti sopra il suolo del nostro continente sarebbe, a loro avviso, una prova materiale ad appoggiare le induzioni morali dedotte dalla tradizione e dai dati storici.

Questa ipotesi, sebbene non priva di verosimiglianza, ha trovato dei contradditori. Imperocchè altri archeologi considerano come più probabile:

1° Che le popolazioni sparse sui diversi punti del globo nei tempi preistorici, hanno formato gli strumenti a loro uso con i soli materiali che metteva a loro disposizione la natura mineralogica dei terreni posti nel loro raggio d'attività.

2° Che han dovuto esistere in Europa uno o più giacimenti di *giada nefrite* e di *giadeite.* Se questi giacimenti non si trovano più attualmente, egli è perchè sono stati esauriti dagli uomini di queste prime età del mondo, oppure dobbiamo pensare che sono spariti sotto franamenti, sotto scoscendimenti, oppure furono sepolti

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* tome 61, 21 e 28 agosto 1865.

[2] La Condamine, *Relation abrégée d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique méridionale.* Paris 1745.

dalle recenti alluvioni; e che infine ricerche accuratissime fatte con molta attenzione e perseveranza potranno farli ritrovare nei terreni che ancora li nascondono.

Gli egregi paleoetnologi, che tanta luce sparsero sulle prime età del mondo, l'uno da Friburgo, l'altro da Parigi, non schierandosi nè per l'una nè per l'altra di queste due ipotesi opposte, desiderosi solo di seguitare lo studio di questo interessante problema senza prendere un deciso partito, pensano molto giustamente che si potrà fare un grande passo verso la soluzione notando con esattezza ciascuno dei punti geografici nei quali furono raccolti antichi oggetti in *giadeite* od in *giada nefrite*. Noi però dopo che avremo trattato della *giadeite* e della *giada nefrite* in generale e degli oggetti di quelle sostanze minerali, che furono trovati in Calabria, sentiamo il bisogno di aggiungere qualche parola per questi paesi in quanto riguarda le opinioni superiori.

Se questi oggetti sono stati importati dal continente asiatico per mezzo delle popolazioni migranti, appare chiaro che noi dovremo trovare dei campioni, dei saggi, dei frammenti sparsi nelle diverse regioni, che quelle popolazioni hanno traversato, quindi dall'altipiano centrale dell'Asia fino all'estremità occidentale dell'Europa. La strada seguita dalle popolazioni migranti sarebbe quindi segnata, indicata dagli oggetti materiali lasciati sul loro passaggio. Se al contrario le *giadeiti* e le *giade nefriti* lavorate dall'industria delle antiche età, invece di essere disseminate sopra un lungo spazio, si mostrano circoscritte in certe località speciali ed in un cerchio più o meno ristretto, se ne ricaverà la conseguenza probabile che esisteva qualche giacimento in un luogo poco distante dai punti di concentrazione.

In quanto alla *cloromelanite,* come abbiamo già accennato, noi troviamo che i signori Fischer e Damour la riuniscono sotto un solo e medesimo nome colla *giadeite,* sebbene queste due sostanze minerali sieno distinte per mezzo del colore e per alcune deboli differenze nel grado della densità e della fusibilità. Ciò che le avvicina è la composizione chimica, la quale induce a formare delle due varietà, finora distinte e *che probabilmente in qualche giacimento si troveranno assieme.* una sola specie mineralogica col nome di *giadeite.* Conserveremo però sempre il nome di *cloromelanite* per designare quella varietà di *giadeite* di color verde-nero, come lo indica il nome, mentre quello di *giadeite* indicherà la varietà di color pallido, bianco, grigio, bluastro e verdastro.

In Germania fra le azze determinate, perchè in ogni paese come in Italia dobbiamo ammettere che esistano oggetti preistorici non ancora determinati, esistono 22 azze di *giadeite* e 10 di *cloromelanite*: in Austria 2 di *giadeite* ed una di *cloromelanite* (Rovereto): nel Belgio una di *giadeite* e due di *cloromelanite*: nella Francia, dove le azze in *giadeite* non sono rare, si possono citare 38 dipartimenti, forse 44, nei quali se ne sono trovate e chi sa in quanti altri se ne troveranno in appresso; intanto 54 sono di *giadeite* e 46 di *cloromelanite*: nella Svizzera vengono ricordate 3 azze di *giadeite*: nulla si dice relativamente ad azze di questa sostanza pel Portogallo, e per la Spagna si rammenta solo come il professore Seoane fa semplicemente menzione di azze polite trovate presso tombe e massi di sepoltura delle contrade della Galizia ma non si sa di quale sostanza.

Di altre regioni nell'opuscolo dei signori Fischer e Damour non trovando alcuna

menzione, dobbiamo dedurre che ne sieno assolutamente prive. Dell' Italia nostra invece sono enumerati 14 pezzi in *giadeite* ed uno solo dei miei in *cloromelanite*: fra i primi troviamo citati alcuni degli oggetti in *giadeite* dell' elenco del sig. prof. Issel [1], pei quali sono indicate le collezioni od i musei dove si trovano. Infatti noi vediamo ricordati un' azza ed un frammento di un disco della caverna di Finale, nonchè un' azza del Reggiano, posseduti dal museo di Genova; un'azza appartenente al museo di Pavia (Università), una al museo di Cividale; tre di Dolcedo, di Cairo Montenotte e di Rocchetta Longio di spettanza alla collezione Ighina; una di Giusvalla presso Millesimo della collezione Perrando; una di Piana (Langhe) del museo di Torino; una di Grotta dell' Onda del museo di Pisa; due dei Bassi Poggi e di Teramo presso Ascoli del museo di Firenze; una dei dintorni di Perugia della collezione Guardabassi ed una di *cloromelanite* di mia spettanza.

Mancano in quell' elenco molti degli oggetti descritti dall' Issel, quelli in *cloromelanite* descritti dal Gastaldi e molti dei miei, dei quali uno di *cloromelanite*, già descritto [2] nella mia prima Memoria (n. 27), tre (n. 114, 115, 116) già descritti nella seconda Memoria [3], oltre dei seguenti:

150. Magnifica azza di *giadeite* (fig. 7 ed 8) verde azzurra, - trasparente agli spigoli e translucida in tutta la massa; stupendamente levigata col taglio leggermente seghettato, un po' scabrosetta sulle due costole e con una intaccatura di frattura sopra una faccia che compare perciò di verde chiarissimo in quel punto. Il suo peso specifico = 3,35, la sua durezza = 7, le sue dimensioni relative sono di 59, 39, 8 mm. È la più bella di quante ne abbia mai vedute il prof. Fischer e forse unica al mondo per la bellezza di giadeite. Mi fu regalata ad Ajello da Don Nicola De Lorenzo, che la trovò sotto una tomba di Saraceni (?) alle Manche di Turtorella o Plastino.

144. La più piccola di tutte le azze, questa superbissima (fig. 3 e 4) reliquia che ebbi in dono dal mio carissimo amico Pignatari, è lunga 23 mm., larga 21,5, grossa 5; il peso specifico = 3,4885; la durezza = 6,5....7. Mi sembrava dapprima una *eclogite*, ma benissimo può essere piuttosto una *cloromelanite*, in riguardo al colorito verde olivo carico con macchie piccolissime bianche e perchè le piccolissime particelle rossigne non sembrano assai pellucide per essere granati, convenendo del resto anche la forte densità alle cloromelaniti. Forata nella parte superiore questa preziosa reliquia pende alla catena del mio orologio.

145. Superbissima azza (fig. 5 e 6) d' un verde più intenso, più oscura della precedente, ma come quella di *cloromelanite*, regalatami da Don Fabio Rhodio pel cambio di un' altra di diorite e trovata nel fondo Pozzo presso Borgia. Stupendamente conservata, è del lavoro più perfetto; il peso specifico = 3,4049; la durezza = 7....7,5.

201. Azza magnificamente levigata, benissimo conservata, proveniente da Cortale (Calabria meridionale), delle dimensioni relative di 80, 42, 19 mm., col peso specifico = 3,4337, colla durezza = 7, ricchissima di pirite. Debbo questa *cloromelanite* alla gentilezza del cav. ing. Cesare Sacchetti.

(1) A. Issel, *L'uomo preistorico in Italia.* Torino 1875, disp. 14 pag. 772-773.

(2) *Di alcune azze, scalpelli* ecc. Trieste 1878 pag. 30.

(3) *Strumenti litici e brevi cenni geologici sulle provincie di Catanzaro e di Cosenza.* Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno 1877-78 pag. 20-21.

202. Azzina assai graziosa e gentile di *cloromelanite* oscurissima, favoritami dal mio scolaro Francesco Mannella e che fu trovata nel Corace. Il peso specifico = 3,46046, la durezza = 7, le dimensioni relative sono di 48, 31, $5\frac{1}{2}$ mm.

Sull' azza di *giadeite* del museo di Cividale, della quale fanno menzione il Taramelli (1) e l' Issel (2) ebbe il prof. Fischer ulteriori ragguagli dal sig. Clodig, professore di fisica in Udine. Secondo questo il peso specifico sarebbe di 3,347, la lunghezza di 170 mm., la massima larghezza 74, 80, lo spessore medio 26, il peso assoluto 466, 86 grammi. Queste indicazioni che il Fischer ritiene esatte non corrisponderebbero con quelle che il prof. Taramelli avrebbe dato nella citata Memoria, che però potrebbero provenire da errore di stampa. Il Taramelli aggiunge per quell'azza, che ad eccezione del terzo superiore, scabro per essere fissato solidamente nel manico, è perfettamente levigata, circostanza che fa spiccare magnificamente il suo vivo colore verde smeraldo; la sua durezza sale a 6, 5; fonde facilmente al cannello producendo una perla scoracea verdognola. Il Taramelli ritiene poi il minerale indubbiamente straniero alle nostre Alpi.

L'azza trovata presso Cormons, nel Friuli ancora soggetto all' Austria, ed ora regalata al museo di Trieste, potè essere analizzata dal prof. Fischer, che la trovò di *eclogite*, col peso specifico = 3,407 e non di *cloromelanite*, come era stata descritta: si deve osservare però che lo scambio dell'*eclogite* colla *cloromelanite* è molto facile per aver fra loro un peso specifico molto prossimo.

In ogni caso merita speciale interesse il fatto che in Italia si rinvennero tanti oggetti di giadeite e questa circostanza è rilevata in modo speciale dal Fischer colle seguenti parole (3): « Se si considera che notoriamente nella maggior parte dei musei mineralogici della Germania la *giadeite*, descritta da Damour nel 1863, è cosa affatto ignota, è oltremodo onorevole per l' Italia, ch' essa già a quest'ora possa presentare una serie di quasi trenta di cotali oggetti, delle diagnosi dei quali ci sono garanti i Rivière, Issel, Perrando, Gastaldi, Regnoli, Chierici, Taramelli, Cocchi, Bellucci, De Rossi, Ponzi, Nicolucci, De Luca ».

È naturale che i miei 10 non possono essere compresi nel piccolo numero 30 ricordato dal prof. Fischer, datando la mia collezione da questi ultimi tempi e non avendo potuto ancora rendere di pubblica ragione quegli oggetti, perchè le diagnosi non erano compite.

Molti altri oggetti di quella sostanza così rara si trovano disseminati nelle collezioni particolari, nei pubblici musei o nelle botteghe di antiquarî colla forma di azze, di amuleti o di scarabei, che passano sotto il nome comodo di serpentino oppure di diaspro, o che non furono ancora determinati. Non hanno potuto i signori Damour e Fischer dare per l' Italia un lavoro completo per ciò che si riferisce alla *giadeite* e dicasi lo stesso per ciò che spetta alla *nefrite*, che tratteremo in seguito, perchè non avevano altre fonti che quelle del prof. Issel e del suo libro, del prof. Taramelli,

(1) T. Taramelli, *Di alcuni oggetti dell'epoca neolitica*, rinvenuti nel Friuli, negli Annali dell'Istituto tecnico di Udine, Udine 1874.

(2) A. Issel, *L'uomo preistorico in Italia*. Torino 1875, disp. 14 pag. 772-773.

(3) H. Fischer, *Mineralogisch-archäologische Studien*. Band VIII, der Mittheilungen der anthropolog. Gesellschaft in Wien, 1878 pag. 159.

del dott. Perusini di Udine, che si riferiscono tutte all'Italia settentrionale e le mie sulla Calabria, proprio le terre estreme dell'Italia continentale. Delle lacune lasciate dobbiamo dolercene noi stessi, chè troppo poco forse finora ci siamo occupati della nostra preistoria, dei primi abitanti del nostro bel paese.

Chi sa quante azze, quanti idoli, quanti amuleti, quanti oggetti lavorati dall'uomo preistorico si troveranno anche nei nostri musei italiani, non ancora studiati dal punto di vista mineralogico, che sieno di questa sostanza o di *nefrite* o di altra pur rara! E ciò più che in qualunque altra regione deve verificarsi per l'Italia pel commercio con tutta la terra ed essendo il nostro suolo benedetto quello dello studio delle classiche antichità: quindi nella favorevole ipotesi che esistano oggetti non ancora conosciuti e d'un valore archeologico non ancora presentito, noi dovremo rivolgere la nostra attenzione specialmente agli oggetti in rocce rare e sorprendenti, che possono divenire accenni per la via delle emigrazioni dei popoli preistorici. Nello studiare queste azze cercheremo sempre di confrontare la loro sostanza colle roccie brutte dovunque noi conosciamo la stessa provenienza. Non c'è da meravigliarsi poi che anche in alcuni musei italiani possano esistere ed esistano di fatto molti oggetti preistorici, sui quali finora non è stato fatto alcuno studio, giacchè nel solo museo archeologico di Friburgo si trovano centinaia di azze polite delle abitazioni lacustri del lago di Costanza, delle quali il prof. Fischer non ha ancora avuto mai l'agio di determinare la qualità mineralogica.

Riguardo ancora all'Europa noteremo che la collezione di rocce dure e rare del prof. Fischer a Friburgo (unica al mondo), comprende all'incirca 40 campioni di *giadeite,* alcuni dei quali piccolissimi, ch'egli potè segare da pezzi già piccoli, sottoposti al suo studio. Fra questi 40 campioni vi sono molte varietà di tessitura più o meno fibrosa, fanerocristallina o criptocristallina: se guardiamo poi il colorito, abbiamo molte varietà di color bianco azzurrognolo e verdognolo e verde azzurrognolo ed azzurro verdognolo. Ma chi sa se tutte queste varietà vengono dalla stessa regione o da diverse contrade! E vedendo dei piccolissimi grani rossigni nell'una o nell'altra azza di *giadeite* trovata nella Svizzera ed in quella azteca che Alessandro Humboldt portava dal Messico, non siamo indotti a pensare ad una patria comune di tutti questi pezzi? E questa patria non potrebbe essere l'Asia? Sono problemi che poniamo sul tappeto del paleoetnologo aspettando da coloro che sanno la soluzione.

Dell'Affrica e propriamente dell'Egitto si conoscono quattro scarabei, due di *cloromelanite* e due di *giadeite,* posseduti i primi dai musei di Wiesbade e di Vienna, gli altri due dal museo egiziano di Parigi e dal sig. Damour (Parigi).

Una sola azza in *cloromelanite*, indicata come proveniente dalla Novella Zelanda, si conosce dell'Oceania ed appartiene al museo mineralogico di Vienna; e pure una sola e piccolissima in *giadeite* si possiede nel museo di Saint-Germain dell'Asia (Gebail in Siria).

Ma a proposito dell'Asia e propriamente della China dobbiamo fare sulla *giadeite* le stesse osservazioni che più tardi faremo per la *giada nefrite.* Da una ventina d'anni sono stati portati dalla China una quantità di oggetti di questa sostanza, che si trovano distribuiti nei principali musei ed in alcune collezioni particolari; ma nessuno di tutti questi oggetti, i quali sono testimoni dell'abilità, della pazienza

e spesso del gusto delicato degli artisti, che li hanno preparati, mostra le traccie indelebili, che si riferiscono all'industria dei tempi antichi, rappresentati presso di noi dalle azze in pietra polita. Questi oggetti quindi, che non appartengono ai tempi preistorici, non possono portare sull'emigrazione dei popoli quella luce, che sarebbe somministrata da azze, da amuleti e da altri oggetti sia in *giadeite* che in *giada nefrite,* che provenissero dal continente asiatico , come rappresentanti l'età della pietra, come esistono sul continente europeo: il paragone di questi oggetti condurrebbe certamente a dei risultati decisivi nella scienza.

Dobbiamo osservare a questo proposito, che se confrontiamo la sostanza delle azze in *giadeite* trovate in Europa con quella degli oggetti lavorati, che ci vengono dalla China, osserviamo delle notevoli differenze nei caratteri esterni malgrado l'identità di composizione. Le *giadeiti* della China mostrano una translucidità più pronunciata, tinte più nette, dal bianco di latte fino alla sfumatura dell'acqua-marina, del verde pomo e del verde carico dello smeraldo. Le *giadeiti* trovate in Europa hanno per la massima parte un aspetto più o meno smuntato, occasionato da una specie di impastamento di materie argillose o cloritiche, che sono penetrate nella loro intima struttura; non mostrano punto translucidità, che sugli spigoli assottigliati, raramente assai in tutta la massa come il n. 150. Il loro color verde pallido, verde oscuro o grigio bluastro, più o meno appannato, non ha niente di comune colle leggiadre tinte, che distinguono le *giadeiti* lavorate nell'India e nella China.

Moltissime azze, figure, ornamenti, amuleti e frammenti in *giadeite* posseggono i musei europei delle contrade del Messico; non si può dire altrettanto dell'America centrale e della meridionale, possedendosi di quella soltanto tre azze, una figura ed un ornamento in *giadeite* ed una figura in *cloromelanite*, di questa soltanto un'azza in *cloromelanite* proveniente da Atacama (Chilì). È il Messico adunque in America che possiede il maggior numero di azze e di oggetti in *giadeite*. La sostanza si presenta con tinte più leggiadre alla vista, che quelle degli oggetti raccolti in Europa e si avvicina pei suoi caratteri esteriori più alle *giadeiti* dell'India e della China. Le sole azze in *cloromelanite*, il cui colore è così carico, da sembrare nero, potrebbero essere confuse con quelle d'Europa. Ne differiscono nulladimeno in questo che per la maggior parte invece di presentare delle forme ovali più o meno arrotondate come si veggono nelle azze d'Europa, sono abitualmente tagliate in forma di parallelepipedi rettangolari, che a partire dalla sommità vanno assottigliandosi per finire in forma di cono. Si trovano però anche nel Messico tali azze le cui forme non differiscono da quelle delle nostre contrade.

In Europa fu trovato un solo campione di *giada nefrite,* la vera *giada orientale*, allo stato rozzo al principio di questo secolo, nell'alluvione (del periodo glaciale) d'un terreno di lignite a Schwemsal presso Düben nella Sassonia Prussiana, sotto forma di blocco arrotondato e presso a poco della grossezza di una testa d'uomo.

Il prof. Breithaupt ne diede pel primo la descrizione nel 1815, inviò dei frammenti a diversi musei di mineralogia e noi oggigiorno li possiamo vedere a Freiberg, a Berlino, a Breslavia, ad Halle (Prussia), a Friburgo nel granducato di Baden, a Berna ed a Buda-Pest. Secondo una notizia data dal sig. Fellenberg, ma che non si sa da qual fonte abbia tratto, il blocco sarebbe stato non liscio, ma angoloso e

piantato per diversi piedi nel terreno. Noi attenendoci invece al sig. Breithaupt considereremo il blocco della grandezza della testa d'un uomo e con superficie molto pulite.

Paragonando questi frammenti ai campioni di *giada nefrite* delle altre provenienze conosciute, il Fischer ha potuto persuadersi, che fra tutte rassomigliano meglio alla *giada nefrite* di Batougol presso Irkoutsk in Siberia: il colore, la densità ed anche i risultati dell'analisi chimica non gli lasciano alcun dubbio a questo riguardo. Infatti le due analisi che furono fatte sopra frammenti dello stesso blocco e che fortunatamente possiamo controllare, assai poco diversificano fra loro.

La prima comparsa soltanto in un lavoro, non di chimica, ma di antropologia nel 1866, e quindi poco conosciuta nel mondo scientifico, è del sig. prof. Claus, il quale ottenne:

Silice	56,79
Magnesia	19,50
Calce	12,70
Ossido di ferro . .	6,82
Allumina	2,99
Potassa	1,03
	99,83

e differenzia dalla seconda del sig. Fellenberg, pubblicata nel 1870:

Silice	57,66
Magnesia	23,00
Calce	13,44
Ossido di ferro	2,07
Ossido di manganese	1,02
Allumina	1,80
Acqua	1,05
	100,04

in quanto che questa diede ossido di manganese ed acqua, ma nessuna traccia di potassa. Tanto Claus quanto Fellenberg trovarono la densità = 3,0249.

Il sig. Breithaupt non ha potuto sapere come questo blocco di *giada nefrite* siberica, riposante sopra un terreno di lignite, sia pervenuto in Germania; in ogni modo è fuori d'ogni dubbio che questo campione è completamente straniero al suolo della località dove fu raccolto.

L'illustre Fischer nel suo mai abbastanza lodato libro (1) raccoglie le più preziose notizie su questo blocco. Dopo aver esposte alcune parole di Breithaupt, cioè che la comune *nefrite* viene per la massima parte dalla Persia, similmente dal paese Topajas al fiume delle Amazzoni nel sud-America dice che recentemente si trovò un blocco di considerevole grandezza nell'alluvione degli scavi d'allumina a Schwemsal presso Düben poco lungi da Lipsia. Lo stesso Breithaupt (2), scolaro di Werner, dice

(1) H. Fischer, *Nephrit und Jadeit nach* ecc. Stuttgart 1875.

(2) C. A. S. Hoffmann und Breithaupt, *Handbuch der Mineralogie.* Freiberg 1811-17. II Bd. (1812-15) pag. 253-54.

che il suo maestro riteneva la *nefrite* di Schwemsal nettamente per persiana. Allude già a scambi della *nefrite* colla *saussurite* della Svizzera, dice che la *nefrite* americana specialmente si conosce sotto il nome di *Pietra degli Amazzoni* e crede che ai tempi di Teofrasto (390 anni avanti Cristo) la vera *nefrite* potesse essere stata conosciuta col nome di *Omphax* (¹). La grandezza considerevole del pezzo e la non meno importante qualità del colore fecero sospettare a Breithaupt, che non provenisse dall'Oriente, poichè la *giada nefrite* di buona qualità di colorito, specialmente in Oriente, molto più che da noi viene stimata. Gli sembrava affatto inverosimile quindi che un masso così pesante venisse trasportato in Sassonia. Le notizie di questo blocco di *nefrite* di Schwemsal passarono per 50 anni da un libro ad un altro senza che alcuno si prendesse la cura, se *nefrite* si trovasse fra noi e dove.

E fu solo nell'occasione di una pubblicazione su *nefrite* e minerali somiglianti alle *nefriti* delle palafitte, che il prof. Fischer depose nell'archivio di Antropologia (²), che fece stampare verbalmente una lettera di Breithaupt, che gli avea inviata come risposta a sua domanda che lo stesso Breithaupt dichiarava d'aver egli fatto la prima ed autentica comunicazione della scoperta di questa *nefrite* nel suo tempo e come egli si figurava l'origine del blocco nefritico a Schwemsal. Lo stesso Breithaupt l'informò come dapprima s'era ritenuto quel blocco come *quarzo prasio*, ch'egli però alla frattura come quarzo l'avea scartato, perchè troppo tenace, e dopo posteriori ricerche delle sue proprietà fisiche ed anche un approssimativo esame chimico lo riteneva per *nefrite*. Breithaupt, colla migliore volontà di questo mondo, non potè esaudire il desiderio del sig. Fischer di avere uno dei 12 ai 18 campioni che diede il blocco, od il naturalista di Friburgo potè ottenere solo piccole scheggie di grandezza non maggiore di quelle che ha potuto avere da altri siti.

La condizione finalmente, nella quale fu trovato il blocco, merita pure di essere menzionata. A Schwemsal presso Düben poco distante da Lipsia si trova una lignite contenente allume di qualità arenacea o debolmente impastata, perchè al di sopra non si trova stratificata argilla, ma sabbia quarzosa; questa alterna con strati di ciottoli e da un tale strato è proveniente il masso di *nefrite*, quindi non può essere un blocco erratico.

Vediamo ora in quali luoghi dell'Europa furono trovate azze, pinte di freccia ed in generale oggetti preistorici in *giada nefrite*, per segnare i confini della zona e restringere il campo per risolvere, se possibile, il problema della provenienza di questo raro minerale.

Dalle osservazioni che si sono potute raccogliere fino ai nostri giorni, risulta che particolarmente nelle palafitte o nelle vicinanze di esse, quindi in Baviera ed in Isvizzera, si è trovato il maggior numero di azze e degli altri oggetti in *giada nefrite*; alle quali per scoperte di questi ultimi tempi, fatte da me, dobbiamo aggiungere le Calabrie, che si estendono fra i due mari Jonio e Tirreno nella parte più meridionale d'Italia, estese fra 40° 7′ e 37° 56′ di latitudine.

(¹) Nel suo trattato completo di Mineralogia, III vol. 1847 pag. 611. Breithaupt non porta nulla di nuovo della nefrite all'infuori dell'analisi di Rammelsberg sopra un altro blocco di nefrite.
(²) A. Ecker und L. Linderischmit, *Braunschweig*. I Bd. Hft. III, 1866 pag. 337-344.

Un solo campione, molto bello, in forma di azza, è stato trovato abbastanza lontano dalle palafitte e dai laghi ad una profondità di 3 a 4 metri dalla superficie, fra Basilea in Isvizzera e Friburgo nel granducato di Baden in uno strato d'argilla limonitica. Questo campione è stato raccolto da operai che cangiavano i condotti d'acqua. Rimontando più a nord della Germania il Fischer non ha potuto trovare alcuna azza in *giada nefrite,* benchè egli abbia esaminato tutti i musei archeologici e mineralogici di quelle contrade.

Esistono in *giada nefrite*: 3 pezzi in Germania, 14 in Isvizzera, un' azza proveniente dalla Grecia e precisamente dal Peloponneso al museo di storia naturale di Lione (Rodano) e ben 15 oggetti di *nefrite* o di sostanza molto affine a questo minerale nella mia collezione di Calabria.

Alle 7 nefriti già descritte [1] aggiungerò ora le seguenti:

138. Grossa azza comperata a Sellia per 30 centesimi, irregolare, col taglio lungo, ma molto schiacciato, di colorito giallognolo-castagno oscuro, quindi esternamente sembra essere una *dolerite,* ma spezzata da una parte si vede internamente di un color cinereo per 7 millimetri, dopo i quali la sostanza interna si manifesta d' un bellissimo color verde pomo trasparente, in alcuni punti molto chiaro, di color siero; inoltre la sezione levigata, esaminata al microscopio mostra la vera *giada nefrite.* Il suo peso specifico = 3,11 e mostra una reazione scarsa col manganese.

139. Azza consimile per la sostanza, quindi di *nefrite*: è più piccola e più irregolare della precedente; rovinata sulle due faccie, più levigata però dell' altra, con costole appianate, che l'altra ha appena tracciate, e mostrante sopra una di queste il ciottolo. Mi fu favorita dal mio scolaro Mariano Coschi di Albi, alle falde meridionali della Sila.

141. Superba azzina trovata a Torre di Gaciano, in territorio di Sorbo s. Basile e regalatami dal sig. Giuseppe Levato. Il suo peso specifico = 2,931; la sua durezza = 6; le sue dimensioni relative di 54, 32, 10 $\frac{1}{2}$; il colorito rossigno ruggine sbiadito con macchie verde pomo chiaro, cambiantesi in bianco sporco; è magnificamente bene levigata, molto bene conservata, solo un pochino spezzata nella parte superiore. È certamente una *nefrite* impura.

142. Azzina di *nefrite* (fig. 1 e 2) avuta a Cardinale (Calabria meridionale) dal sig. Giuseppe Nisticò, che la rinvenne nella contrada Prancatì (montagna Prancatì). Il colorito è verde oscuro con macchie giallo verdognole più chiare, stupendamente levigata, col taglio conservatissimo, colle costole e la parte superiore appianate, col peso specifico = 2,99077 e la durezza = 6....6,5.

143. Azza magnifica regalatami da Pignatari, che l'ebbe da un povero diavolo di Longobardi, villaggetto di Monteleone, il quale la riteneva come oggetto di superstizione, che veniva trasmesso di generazione in generazione. Il suo peso specifico = 3,3098. Rassomiglia intimamente ad una *nefrite,* ma la densità che sarebbe superiore a quella di tutte le altre nefriti finora trovate, mostra che quest'azza dovrebbe essere d'altra

[1] *Strumenti litici e brevi cenni geologici sulle provincie di Catanzaro e di Cosenza.* Reale Accademia dei Lincei. Anno 1877-78 pag. 18-19-20.

sostanza, che solo coll'analisi quantitativa potrebbe essere determinata. Per consuetudine triste che dura da molto tempo si denominarono *nefriti* tutti i bei minerali verdi pellucidi, che venivano dalla Nuova Zelanda, senza esame, quindi senza vedere se tutte queste sostanze sieno in verità della composizione chimica della *giada nefrite,* se abbiano la sua durezza, la sua densità. Così la sostanza, che gli abitatori della Nuova Zelanda denominano « *Tangiwai* » è stata introdotta dal sistema come « *Tangiwai-nefrite* ». Contro questo abuso ne parla il prof. Fischer nel suo libro (1). In ogni caso però questa azza, se anche intieramente non è di *nefrite,* certo comprende qualche cosa di quella sostanza.

172. Sgorbia o scalpello di Serra s. Bruno, favoritomi da Pignatari, di colorito verde oscuro con macchie rossigne, più convesso sopra una delle faccie che apparisce d'un verde giallognolo oscuro, l'altra appianata; un po' rovinato nel taglio e nella parte superiore, nel resto molto bene conservato. Questo grazioso oggetto di *nefrite* ha il peso specifico = 2,92624, la durezza = 6,5....7.

176. Piccola sgorbia di *nefrite* più o meno impura, che debbo alla gentilezza del Pignatari. Il colorito è un misto di giallognolo, verde, grigio, bianchiccio, fra cui predomina il verde; il peso specifico = 2,97906; la durezza = 6,5.

177. Azzina (fig. 21 e 22) alquanto più oscura della precedente, più minutamente pentecchiata, ma della stessa sostanza cioè *nefrite* più o meno impura. Questa bellissima reliquia, per la quale sono riconoscente all'attuale maestro di Girifalco sig. Giuseppe De Gattis, che l'ebbe da Sorbo s. Basile, ha una specie di taglio anche nella parte superiore, il peso specifico = 3,01526, la durezza = 6,5.

Secondo il sig. Kraszewski (2) sarebbero state trovate in Polonia molte azze in *giada nefrite.* Ma dopo l'ultima rivoluzione di quel paese gli oggetti del museo di Wilna sono stati trasportati a Mosca ed ignorasi, se è stato ben constatato che queste azze fossero realmente in *giada nefrite.*

D'altra parte si noti bene che in diversi musei d'Europa e nelle collezioni di particolari si veggono in grande numero vasi, tazze, impugnature di sciabole, braccialetti, orecchini, ecc. in *giada nefrite,* portati dalla China e dall'India. Questi oggetti sono divenuti fra noi molto abbondanti dopo l'ultima spedizione anglo-francese in China. Va da sè, che non possiamo, nè dobbiamo qui ricordare quegli oggetti di lusso e di curiosità, che sono prodotti dell'industria moderna e che quindi non porterebbero alcuna luce sulle emigrazioni dei popoli primitivi.

In Siberia sarebbero stati trovati 12 pezzi fra azze ed oggetti in *giada nefrite,* la cui materia sembra essere identica a quella, che si trova sulla montagna di Sajan, presso Batougol a 52° 10′ di latitudine settentrionale e 97° 30′ della longitudine est di Parigi. Di alcuni di questi oggetti, che stanno anche nei musei d'Europa, è ben constatata la provenienza dal sig. Lopatin.

Riguardo all'Oceania pure ci asterremo, come abbiamo fatto degli oggetti in *giada nefrite* provenienti dalla China e dall'India, di dare il catalogo delle azze di

(1) H. Fischer, *Nephrit und Jadeit nach.* ecc. Stuttgart 1875 pag. 242-43.
(2) *Sztuka u Slowian, L'Art chez les Slaves.* Wilna 1858 pag. 31.

quella provenienza, non avendo alcuna nozione precisa sull'epoca più o meno recente, nella quale queste armi furono fatte e portate in Europa, durando l'epoca della pietra presso le popolazioni oceaniche ancora oggigiorno. Infatti i viaggiatori, i naviganti, che ritornano dalle differenti plaghe dell' Oceania, cioè dalla Nuova Zelanda, dalla Novella Caledonia, da Taïti, dalle isole Marquises, ecc., spessissimo portano azze di *giada* di diverse tinte e varietà, e noi possiamo vedere esemplari dell' una o dell'altra nella maggior parte dei musei d' Europa ed in molte collezioni particolari. Esistono quindi giacimenti in *giada nefrite* in queste contrade, che sono coltivati dagli indigeni. Noteremo però un fatto importante che, osservando la forma di queste azze e le ineguaglianze ch'esse presentano alla loro superficie, si può concludere che la materia grezza per esse è stata presa allo stato di ciottoli, che si lavorarono in seguito e si assottigliarono nei punti più acuti per produrre una punta od un taglio.

Sotto il nome di *giada oceanica* (1) si sottintende una specie particolare di *giada* proveniente dall'Oceania e che si distingue dalla *giada nefrite* per la sua densità più elevata e per alcune differenze nelle proporzioni degli elementi essenziali di queste due sostanze.

La densità della *giada nefrite* varia fra 2,92 e 3,06, raramente arriva a 3,1; quella della *giada oceanica* oscilla fra 3,09 e 3,31. La composizione di quest'ultima permette di riunirla al gruppo mineralogico dei pirossini; quella della *giada nefrite* s'avvicina al gruppo degli amfiboli.

Queste due specie di *giada* si rassomigliano molto pei caratteri fisici del colore, della lucentezza e della durezza: non si possono distinguere che per la differenza delle loro densità relative, per il grado di fusibilità (molto minore sopra la *giada oceanica*) e per un' analisi determinante le proporzioni dei loro elementi.

I giacimenti di *giada nefrite*, che possono trovarsi sul continente americano non sono stati ancora determinati con una sufficiente precisione. Vi è però ogni probabilità che ve ne esista qualcuno in qualche punto di quelle vaste contrade.

Secondo i documenti riportati da Condamine (1745), da Buffon (1749), da Humboldt (1807), da Martins (1828) e da altri, dobbiamo presumere che la materia allora designata da questi illustri naturalisti sotto il nome di *pietra delle Amazzoni* si riferisce alla *giada nefrite* e ch'essa si trovi nell' America meridionale su qualche punto delle sponde o delle antiche alluvioni della vasta fiumana delle Amazzoni. Era naturale che si dovesse cercare, se si trovassero dei campioni nelle collezioni mineralogiche: e l' illustre Fischer ne riscontrò nei musei di Bonn e di Halle, i quali si sono divisi le due metà d' un blocco, che pesava un tempo da 5 a 6 chilogrammi. Questo blocco era allo stato di ciottolo a spigoli arrotondati di colore verde olivastro come lo descrive Buffon; presso a poco colla gradazione di colorito del quarzo plasma o del quarzo prasio di Breitenbrum in Sassonia. A richiesta del Fischer il sig. prof. Gerhard vom Rath fece un' analisi d' un frammento levato dal blocco del museo di Bonn, che diede il seguente risultato:

(1) A. Damour, Comptes rendus de l'Académie des sciences, T. 61.

Silice	0,5732
Allumina	0,0136
Ossido di ferro	0,0356
Calce	0,1339
Magnesia	0,2185
Acqua e materie volatili . . .	0,0323
	1,0071

La densità del campione era = 2,949. È designato in uno di questi musei come proveniente dal fiume Topayos (Brasile) o dalla China? Questo punto interrogativo sulla provenienza di quel campione è veramente spiacevole.

Il prof. Fischer ebbe l'opportunità di esaminare un grande numero di figure grossolane, di amuleti, ecc. che per il genere di lavoro, per la natura degli oggetti che rappresentano ed in parte anche per le etichette che li accompagnano, sembrano di provenienza americana. Il loro colorito si rapporta a quello del blocco sopra menzionato; altri invece mostrano una tinta verde tirante al giallo, ma non si possiede ancora sopra questi oggetti d'antichità alcuna analisi, che abbia permesso di precisarne la composizione.

Se malgrado queste incertezze, abbiamo creduto poter dare il numero complessivo dei pezzi, che sarebbe di un ornamento, di una scultura grossolana in forma di rana, di due altre sculture in forma di rane, di due tubi cilindrici, di un amuleto oblungo, di altri 9 amuleti, di amuleti con intagli rappresentanti uno scorpione, di due figurine, di un foratoio, di uno scalpello e di 3 sole azze, supposti tutti in *giada nefrite,* egli è allo scopo di richiamare l'attenzione e la critica scientifica degli archeologi, cui questa questione potesse interessare.

Intanto possiamo dare come autentica un' azza in *giada nefrite,* bruna olivastra, trovata da Boussingault in una tomba indiana della provincia d'Antioquin (Novella-Granata). Colla densità = 3,05 darebbe secondo un'analisi del sig. Damour:

Silice	0.5279
Magnesia	0,2666
Ossido di ferro	0,1403
Ossido di manganese	0,0071
Calce	0,0252
Allumina	0,0032
Acqua e materie volatili . . .	0,0241
	0,9944

Dalla enumerazione degli oggetti in *giada nefrite* menzionati, si vede chiaramente che in ciò che riguarda il continente europeo, questa materia lavorata in forma di azze o di altri strumenti, non s' è riscontrata che nella Svizzera, in alcuni punti della Germania, che sono maggiormente vicini a questa regione alpestre e nella Calabria. Non si cita alcun campione autentico che sia stato trovato sopra il suolo della Svezia, della Norvegia, della Danimarca, delle Isole Britanniche, dell'Olanda, del Belgio, del Portogallo, della Spagna; e solo in questi recentissimi tempi è riuscito

al sig. Damour di ritrovare per la Francia una sola ed unica azza di *nefrite,* di color verde e nero, nella contrada Reims; ma il possessore di quest' azza, sig. Augusto Nicaise di Chalons sur Marne, non trovò quest' azza, che invece comperò a Reims da un mercante di oggetti antichi; è vero che il sig. Nicaise assicura di avere avuti tali indizi dal venditore di assicurare che quella preziosa azza in *giada nefrite* fu proprio trovata sul suolo francese e nella località indicata.

Noteremo ancora che le azze in *giada nefrite,* raccolte nella Siberia si trovano sopra quei terreni stessi nei quali si è constatata l'esistenza d'un giacimento di questa sostanza minerale.

Ora noi vediamo che per ciò che riguarda la nostra Italia pegli oggetti di *giada nefrite,* essi non si presentano che in Calabria; mancano in tutto il resto della lunghissima penisola, che come ponte si stende fra l'Europa e l'Affrica, od almeno in nessuna delle dottissime pubblicazioni di paleoetnologia se ne fa cenno.

Il problema quindi della presenza ed in così grande numero di armi in *giada nefrite* in questo estremo lembo d' Italia continentale e della assoluta mancanza loro in tutto il resto d' Italia fino ai confini svizzeri, pare si faccia arduo e divenga tanto più difficile alla risoluzione quanto è maggiore il numero degli oggetti in questa rara sostanza, che si vanno disseppellendo quaggiù! Ma io lo credo un problema già bello e risolto. Altra volta ([1]) ebbi ad osservare questa importantissima circostanza e non conoscendo dalle Memorie fatte da dotti paleoetnologi alcun oggetto in questa sostanza in tutto il resto d' Italia, che non fosse la Calabria, diceva o *queste nefriti e queste cloromelaniti esistono nell' Italia media o non esistono* e scendea a qualche ardita ipotesi. Ora dopo più maturo esame e dopo aver visto qualche collezione non ancora classificata, non temo d' errare dicendo che le *nefriti* esistono e sono diffuse per tutta l'Italia senza alcuna interruzione. Si levino le preziose reliquie dalla dimenticanza in cui sono state messe, si proceda alle analisi che non furono mai fatte, si rifacciano quelle che si posseggono, si esaminino attentamente tutti gli oggetti dei musei e delle collezioni speciali, che passano sotto il nome di serpentini, e si vedrà che la prova per molte darà delle belle *nefriti.*

Non credo di essere soverchiamente ardito asserendo che anche il museo Kircheriano di Roma possiede qualche bella *nefrite,* appartenente all' Italia centrale. L'assenza dell' illustre direttore di quel museo non mi permise di esaminare quegli oggetti come avrei voluto, ma la rassomiglianza di alcune di quelle azzine colle mie, il bel colorito, la pellucidità m' inducono a crederle tali.

In ogni modo gli studiosi di paleoetnologia devono rilevare l'importantissimo fatto che le azze di *giada nefrite* quì in Calabria si presentano più numerose che in qualunque altra contrada. Infatti mentre in Isvizzera si trovano 14 pezzi e 3 in Germania, la mia collezione di Calabria ne possiede 15 fra *nefriti* vere e *nefriti* più o meno impure. Voglio anche escludere le ultime quattro descritte, sulle quali cade qualche dubbio, ma queste vengono tosto supplite da bellissima azza di *nefrite,* posseduta da un egregio mio amico e da altre tre descritte in recente Memoria come *serpentini.* E chi sa quante altre ancora ne avranno quei tali, che dopo di me e per

([1]) *Strumenti litici e brevi cenni geologici* ecc. Roma 1878.

proprio conto incominciarono a raccogliere questi avanzi preistorici! Le tre azze accennate come serpentini devono essere *nefriti*, perchè ai serpentini non corrispondono nella descrizione fattane i caratteri fisici, se veri sono gli esposti e determinati con cura; per tacere della durezza che pei serpentini oscilla fra il 3 ed il 4, ma mai arriva al 5 ed al 5,5 e degli altri caratteri, dirò che i serpentini, non arrivarono mai a raggiungere le cifre 2,958, 2,983 e 2,980, che sarebbero le rispettive densità dei tre pezzi incriminati.

Per l'Europa possiamo adunque concludere che tutte le località nelle quali furono trovati oggetti in *giadeite* come pure in *giada nefrite*, sembrano essere confinate in zone abbastanza ristrette ed in punti situati fra i 37° e 52° di latitudine nord, in generale nelle zone comprendenti il massiccio delle Alpi settentrionali e delle Alpi calabresi: in Italia, in Isvizzera, in Francia, in Germania e nel Belgio. Non vi sono dati sicuri per la Spagna, punto pel Portogallo, nè si conosce ancora alcun oggetto antico in *giadeite* che sia stato scoperto sul suolo della Russia, della Svezia, della Norvegia, della Danimarca, delle isole Britanniche e dell' Olanda.

Dall' esposto quadro vediamo chiaramente, che gli oggetti preistorici in *giadeite* (comprendente la *cloromelanite*) ed in *giada nefrite* non hanno la medesima estensione in Europa, anzi mentre abbondano le *giadeiti* e si trovano diffusissime anche nella Francia, e specialmente in Francia, e si presentino anche in tutta Italia, quelle di *nefrite* sono finora ristrette, per quanto si conosce finora, all'Italia meridionale, alla Svizzera ed alla Germania, essendosene trovata una sola ed in questi ultimi tempi in Francia.

Sorge quindi naturale il quesito: le azze nefritiche, se importate in Europa, vennero per mezzo di migrazioni diverse di quelle che importarono le *giadeiti* e le *cloromelaniti*? Oppure dobbiamo noi attribuire a qualche altra causa la minor diffusione delle azze di nefrite? Ed il materiale per le azze nefritiche proviene da contrade extra europee diverse da quelle, da cui provengono le azze di *giadeite* e di *cloromelanite*? Ed allora quali saranno le regioni che avranno somministrato le azze di *nefrite* alla Svizzera e Germania da una parte ed alla Calabria dall'altra, e quali regioni avranno somministrato le *giadeiti* e le *cloromelaniti*?

E qui tornano alla mia memoria le ipotesi enunciate a principio di questa disquisizione:

1. Che le popolazioni sparse sui diversi punti del globo nei tempi preistorici hanno formato gli strumenti a loro uso con i soli minerali che metteva a loro disposizione la natura mineralogica dei terreni posti nel loro raggio d'attività.

2. Che han dovuto esistere in Europa uno o più giacimenti di *giada nefrite* e di *giadeite*, ora sepolti od esauriti.

Sebbene qualunque conclusione definitiva ci sembri prematura e sebbene persuasi che ora tocchi agli archeologi aiutati dai geologi di studiare sui quadri fatti e di completare la carta abbozzata e di riempire le lacune, ciò nullameno per ciò anche che abbiamo promesso sulla Calabria ci sembra opportuno di spendere qualche parola in proposito.

Se i giacimenti di *giada nefrite* e di *giadeite* esistono in Europa, essi devono trovarsi là dove sorgono massicci cristallini, quindi o nelle Alpi settentrionali o nelle

Alpi sarde o nelle Alpi calabresi. Le prime studiate con tanto affetto e con tanta passione dal Gastaldi, finora nulla hanno mostrato di questi giacimenti; le sarde non si conoscono ed ecco perchè mi sono permesso in altra mia pubblicazione di guardare alla Sardegna come a faro di salvezza. In quanto poi alle Alpi calabresi posso accertare che nelle mie lunghe escursioni in tutta la Calabria settentrionale ed in qualche rapida gita anche nella meridionale, particolare attenzione rivolgeva alla zona delle *pietre-verdi,* la quale come quella che comprende i depositi ricchi di minerali dovrebbe racchiudere anche le formazioni delle *giade nefriti* e delle *giadeiti.* Ma pur troppo nulla rinvenni. Mi si risponderà questi giacimenti saranno sepolti od esauriti; ma in questo caso mi sembra che i conglomerati e le alluvioni recenti, che tanto abbondano quaggiù dovrebbero racchiudere qualche ciottolo di quegli importantissimi sedimenti. Debbo a tal uopo confessare, che dovunque mi si presentava in quelle formazioni qualche ciottolo verde, verde oscuro o nero, io sempre lo raccoglieva e non mi vergogno aggiungere che procedeva al calcolo del peso specifico, il quale sempre mi diede un serpentino, uno schisto argilloso, un porfido quarzifero od altro, ma mai una *giadeite* od una *giada nefrite.* Non intendo con ciò di venire alla conclusione, che assolutamente in Europa non abbia mai esistito un deposito di *giada nefrite* o di *giadeite.*

Ritengo però che quei depositi ai quali gli uomini preistorici hanno ricorso per avere il materiale per le loro armi e pei loro strumenti, non dobbiamo cercarli nell'Europa continentale, ma piuttosto in regioni inesplorate od assai poco conosciute, specialmente dal lato mineralogico, quindi forse nella Sardegna, ma meglio che in quell'isola nell'Affrica, in quella parte del mondo non ancora conosciuta nè geologicamente nè mineralogicamente.

Biehler [1] rammenta gemme egiziane di diaspro verde, di smaradplasma nel museo di Berlino; non rammenta le *nefriti,* nè le *giadeiti,* ma è molto probabile che quelle sostanze si trovino laggiù, oppure che si sieno trovate e che i popoli preistorici abbiano consumati quei giacimenti in forme lavorate nelle altre parti della terra. È naturale che si pensi a quelle contrade specialmente dopo che abbiamo veduto i due scarabei in cloromelanite venuti dall'Egitto. Ed a questo proposito anche la Sardegna dà molto a pensare, in special modo dopo la scoperta di migliaia di scarabei presso Tharros in una necropoli di Fenici, la maggior parte dei quali sta depositata nel museo di Cagliari.

La conclusione è che il problema delle *giadeiti* e delle *giade nefriti* è uno dei più complessi nel vasto campo della paleoetnologia.

La questione dei *serpentini* è pure importante sia nel campo geologico e mineralogico, che in quello che interessa direttamente la paleoetnologia. È per questo che qui bisognerebbe parlarne con qualche diffusione.

Nelle prime Memorie lamentava la mancanza di oggetti preistorici di questa sostanza ed invidiava quei collezionisti, che tanti ne avevano nelle loro collezioni di gran lunga per numero di pezzi inferiori alla mia. Il buon Dio mi ascoltò e sopra 232 pezzi dell'epoca della pietra, ne mandò finalmente tre anche a me e che sarebbero:

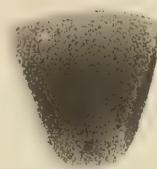
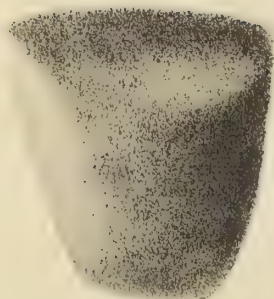
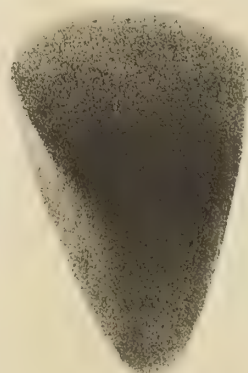
[1] T. Biehler, *Ueber Gemmenkunde.* Wien 1860, 8.

159. Azza spezzata di Conflenti (fig. 9 e 10), favoritami dall' esimio patriota Don Luigi Caruso, che l'ebbe dal sig. Rosalbino Roberti. È alquanto irregolare, molto rovinata, col peso specifico = 2,6337, colla durezza = 3....3,5. È infusibile, con soluzione di cobalto non diventa nè azzurra, nè rossigna, forse pel ferro che contiene e che impedisce la reazione. È un *serpentino* venato, striato, nel quale in fondo verde chiaro, scorgonsi vene di verde più oscuro.

160. Di *serpentino* è pure un' azzina irregolare, assai più chiara della precedente, ma come quella venata sebbene con vene più minute. È l' unica della mia collezione che sia forata (fig, 11 e 12). Il peso specifico = 2,6599; è infusibile. Sono grato di questo prezioso oggettino al gentilissimo signore Don Peppino De Giorgi e fu trovato nelle vigne di s. Biagio nel comune di Chiaravalle Centrale.

173. Lisciatojo o brunitojo (fig, 19 e 20) ovoidale di *serpentino con magnetite*, un po' rovinato da una parte. Quest' oggettino, col peso specifico = 2,56713, colla durezza = 3,5....4, con una faccia quasi piana, coll'altra inclinata da due parti, colle costole levigate, piane ed incurvate, mi fu regalato dall'egregio mio collega Filippo Giacopo Pignatari.

I brevi cenni sopra queste ultime mie scoperte in Calabria, che si riferiscono particolarmente alla paleoetnologia, se da un lato mostrano la ricchezza delle reliquie dell' epoca della pietra, non mi permettono dall' altro di venire a conclusioni definitive, anzi secondo me fanno vedere quanto su questo argomento rimanga ancora a fare quaggiù. Si tratta di ricostruire la storia di quelle prime antichissime popolazioni, visitando caverne, cercando nelle viscere della terra, confrontando meglio di quello che io abbia potuto fare le sostanze componenti gli oggetti litici con quelle che si trovano in natura. Ben mi proporrei di ritornare sopra tale argomento, se dall'alto mi venissero i mezzi e le agevolazioni occorrenti per continuare gli studî su queste contrade tanto importanti sia sotto l'aspetto geologico-mineralogico che sotto il paletnologico.

Fig.ª 15
Fig.ª 16
Fig.ª 23
Fig.ª 28
Fig.ª 11
Fig.ª 12
Fig.ª 9
Fig.ª 10
Fig.ª 3
Fig.ª 4
Fig.ª 21
Fig.ª 22
Fig.ª 5
Fig.ª 6
Scala
0
0,05
0,10

A. Torcia dis.

Eliotipia Martelli Roma

A. Torcia dis.

Eliotipia Martelli Roma

Ricerche e considerazioni teoriche intorno alle immagini accidentali o soggettive.

Memoria del dott. FILIPPO CINTOLESI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 1 giugno 1879.

---

1. È oramai a tutti noto, in ispecie dopo la pubblicazione della stupenda opera di Helmholtz, la *Physiologische Optik*, il fenomeno delle *immagini accidentali*, il quale è stato, ed è tuttora, oggetto di studio per parte dei fisici e dei fisiologi.

La estrema complessità e varietà dei fatti compresi sotto il titolo anzidetto da un lato, ed il desiderio, sovente un po' precoce, di rinvenirne la causa dall'altro, hanno data origine ad una quantità di teorie, le quali, con maggiore o minor fortuna divulgandosi nel pubblico dotto, hanno sortita qual più qual meno lunga vita.

Nè puossi affermare che la quistione sia pur anco completamente risoluta, essendosi gli studiosi divisi in due opposti campi, capitanati gli uni e gli altri da uomini sommi.

Le ricerche che sto per esporre in questa mia Memoria, e le conseguenze teoriche che mi credo autorizzato a trarne, m'inducono a riassumere brevemente quelle tra queste teoriche, le quali sembrano aver conseguita maggior probabilità e che perciò sono rimaste ancor vive per esser sottoposte a nuove prove e considerazioni. Oltrechè stimo utile porre in rilievo in quale fase si trovino le diverse vedute a questo riguardo, per esaminare fino a qual punto le mie osservazioni si concilino con l' una o l'altra delle teorie che andrò passando in rivista.

PARTE PRIMA

2. Jurin [1] fu il primo ad emettere delle vedute teoriche di una vera importanza scientifica intorno al fenomeno delle immagini accidentali.

Egli basa le sue idee in parte sulla persistenza delle impressioni sulla retina, in parte sulla ipotesi che la retina dopo aver subìta una forte eccitazione, non ritorni allo stato primitivo di quiete, se non passando prima per uno stato di oscillazione opposto a quello che ha prodotta la eccitazione.

Ecco come a questo proposito si esprime Jurin [1]:

« Questi fenomeni sembrano dipendere da questo principio che, allorquando noi
« siamo stati per qualche tempo affetti da una sensazione, tostochè cessa in noi l'azione,
« ne nasce una contraria, qualche volta per la cessazione stessa, ed altre volte per
« delle cause che in un' altra circostanza non produrrebbero per nulla questa sen-
« sazione, od almeno al medesimo grado ».

[1] Jurin, *Essay on distinct and indistinct vision*. Smith's Optics. Cambridge 1738.

Ne viene di qui che se l' occhio si sarà fissato per un certo tempo sopra un disco bianco e lucente, allorchè si porterà altrove repentinamente, si osserverà un disco simile a quello fissato, ma oscuro, cioè di *contrario aspetto*.

3. Più tardi Scherffer ([1]) emetteva una teoria (a più riprese da lui modificata) la quale è perfettamente l'opposto di quella di Jurin.

Questa teoria può riassumersi nel seguente modo:

Allorquando la nostra retina è stata per qualche tempo sottoposta all'azione dei raggi di una determinata luce, ad es. rossa, essa ha perduta la sensibilità per questi raggi, dimodochè se si porta lo sguardo sopra una superficie bianca, cioè composta di rosso e di verde, sarà soltanto eccitabile pei raggi appartenenti a quest' ultimo colore, e noi riceveremo perciò una sensazione di color verde. Questo indebolimento nella eccitabilità della retina venne dai francesi chiamato *fatigue*: dai tedeschi *abstumpfung*: e mentre alla teoria di Jurin si può assegnare il nome di teoria delle *attività opposte della retina*, a quella di Scherffer si può dare l'appellativo di teorica della *insensibilità* ([2]),

4. Sebbene, come più sotto dirò, sieno queste le due teorie rimaste anche al presente a contendersi il primato fra le molte oramai dimenticate, credo utile di accennare pure a quella di sir David Brewster, come assai interessante.

Brewster ([3]) assomiglia lo stato dell' occhio, allorchè contempla un oggetto colorato, all'orecchio allorquando è sottoposto all' azione di un suono. Si sa che sebbene un suono non sia mai perfettamente puro, ma, per contrario, accompagnato dai suoi toni armonici superiori (*obertones*), pur tuttavia noi percepiamo contemporaneamente il tono fondamentale e gli armonici come se formassero un solo suono. Così, allorchè il nostro occhio è fisso sopra un oggetto, rosso ad es., si sviluppa sulla retina anche la immagine accidentale verde e, secondo Brewster, la percezione dei due colori è in noi contemporanea. Finchè però la retina è sottoposta all'azione del rosso non possiamo vedere il verde, ma sibbene un rosso modificato, cioè un po' sbiancato per la mescolanza col suo complementare: solo allorquando la retina vien sottratta all'azione del colore primitivo, il verde complementare deve spiccare e quindi deve essere fortemente percepito.

Un fatto analogo si verifica per vero anche nell'orecchio. Infatti, finchè il tono fondamentale esiste nello stato di vibrazione del corpo sonoro, noi lo percepiamo di preferenza agli altri sebbene modificato, lo che costituisce il *timbro*: ma se le oscillazioni che corrispondono a questo tono vengono a spegnersi, l'armonico più basso acquista un' intensità che desta veramente la meraviglia di coloro i quali per la prima volta si trovano a constatare simili fenomeni.

([1]) Scherffer, *Abhandlung von den zufälligen Farben*. Wien 1765.

([2]) Ecco ciò che dice Helmholtz a proposito della spossatezza (fatigue) della retina. « Dopo « l' azione della luce vi è dapprima persistenza della eccitazione e di poi diminuzione di sensibilità « per nuove eccitazioni. Questa diminuzione di eccitabilità consecutiva alla eccitazione è una circo- « stanza che presentano pure i nervi motori e gli altri nervi sensitivi. Questo stato porta il nome « di *fatigue* (Optique Physiologique pag. 478).

([3]) Brewster, Philos. Mag. II 89; IV 354.

Sir Brewster parlando della prolungata contemplazione di un oggetto rosso e della coesistenza delle due immagini rossa e verde sulla retina dice: « L'effetto di « questa visione del verde è di fare apparire il rosso più pallido, mescolandosi seco « lui. Il rosso ed il verde tendono a produrre il bianco, ma come il rosso diretto « predomina assai sul verde accidentale, il resultato è sempre un rosso pallido ».

5. Il celebre fisico belga Plateau ([1]), tuttora vivente, dopo una lunga serie di pazienti ricerche, pubblicò un saggio di teoria, ampliando ed illustrando le idee non troppo esplicite di Jurin.

La sintesi delle vedute teoriche di Plateau per ciò che riguarda specialmente le immagini accidentali è così da lui esposta: « Pendant la contemplation d'un « objet coloré, la rétine exerce une réaction croissante contre l'action de la lumière « qui la frappe, et tend à se constituer dans un état opposé. Consequemment, après « la disparition de l'objet, elle prend spontanément cet état opposé, d'ou resulte la « sensation de la teinte accidentelle, puis elle revient au repos en determinant, « dans l'impression, une sorte d'état oscillatoire en vertu du quel cette impression « tend à passer alternativement de la teinte accidentelle à la teinte primitive, et « vice-versa.

« Il en est de l'état physiologique de la rétine après l'action prolongée de la « lumière, à peu près comme de l'état d'un corps qui écarté d'une position d'équi- « libre stable, puis abandonné à lui-même revient au repos par une suite d'oscilla- « tions décroissantes ».

Egli ammette adunque le due attività opposte della retina.

Nell' interessante lavoro sopra citato, Plateau passa in rivista e critica le varie teorie dei suoi predecessori e dei contemporanei, mostrando insieme come non spieghino tutti i fatti fino allora conosciuti. E siccome le diverse dottrine, salvo forse quella di Brewster, possono raggrupparsi od intorno alla teoria delle *opposte attività*, od intorno a quella della insensibilità, sostenendo la prima, confuta con i fatti alla mano e con estrema sagacia la seconda.

Non sarà privo di utilità ch' io ricordi i principali argomenti opposti del diligente osservatore belga alla teoria di Scherffer.

1.° Secondo quello che abbiamo detto con poche parole del modo di vedere di Scherffer, è chiaro che, perchè le immagini accidentali possano svilupparsi, è necessaria anzitutto la luce *reagente*, ossia la luce che contenga obiettivamente il colore dell' immagine negativa. Dimodochè se vogliamo sviluppare l' immagine accidentale di un oggetto rosso, prima contemplato, fa d' uopo fare *reagire* sulla retina la luce bianca, composta cioè di rosso e verde.

Ora Plateau ha dimostrato che nell' oscurità la più completa possono svilupparsi benissimo le immagini accidentali ([2]).

2.° Se durante la contemplazione di un oggetto rosso la retina è divenuta, come

([1]) Plateau, *Essai d' une théorie générale comprenant l' ensemble des apparences visuelles* etc. Mém. de l'Acad. Roy. de Belgique t. VIII. 1834.

([2]) Questa obiezione pare fosse stata avanzata prima di Plateau, alla fine del secolo passato, dal Venturi (*Indagine fisica dei colori*. Modena), siccome dice lo stesso fisico belga.

Scherffer pensava, insensibile pei raggi di questo colore, è evidente allora che portando lo sguardo sopra un fondo giallo, ad esempio, questo colore dovrebbe esser percepito tale e quale, cioè senza alterazione veruna nè di tono, nè di colorito. L'esperienza dimostra invece che sul fondo giallo appare una macchia, di forma identica all'oggetto contemplato, verde-giallastro.

3.° L'altro argomento finalmente, contrapposto alla teoria della insensibilità, si è quello delle oscillazioni che si presentano nella impressione primitiva, la quale va estinguendosi con una serie di alternative tra l'immagine positiva e negativa e che indicano propriamente il passaggio dell'impressione per le due opposte fasi.

Plateau aveva osservato fino a nove passaggi successivi dalla immagine positiva alla negativa; cioè, cinque dalla positiva alla negativa e quattro dalla negativa alla positiva.

Tali argomenti, poggiati su dei fatti così indiscutibili furono quelli che per un certo tempo assegnarono, specialmente in Francia, il primato alla teoria di Plateau rispetto a quella di Scherffer.

6. Il tedesco Fechner [1] attaccò vivamente la teoria di Plateau difendendo quella di Scherffer, cui dette colle sue numerose ed importanti ricerche il carattere di un'attraentissima dottrina scientifica.

La semplicità colla quale è enunciato il principio ammesso da Scherffer ci dispensa dall'esporre quello di Fechner, che è lo stesso; sarà però interessante conoscere gli argomenti coi quali questo illustre scienziato, ribatte le serie obiezioni sollevate da Plateau contro la teoria della insensibilità.

1.° Lo stesso Fechner e molti altri diligenti osservatori dei fenomeni della visione avevano notato e sopra loro stessi e sopra alcuni individui sottoposti ad esperimento, che, anche allorquando un individuo è posto nella più completa oscurità, il campo visuale non resta mai totalmente privo, al punto di vista soggettivo, di una debole quantità di luce, la quale si mostra sotto aspetti differenti ai diversi individui.

« Se si chiudono gli occhi e si esamina, dice l'Helmholtz [2], attentamente il « campo visuale oscuro, si comincia frequentemente per scuoprire ancora delle immagini accidentali degli oggetti esterni prima fissati; dipoi si vede un campo « debolmente ed irregolarmente illuminato, con delle macchie luminose, di cui l'aspetto « si modifica continuamente, che rassomigliano ad ammassi di frustoli di musco e « di foglie, e che, presso alcuni osservatori prendono la forma di fantasmi ».

A Goethe [3] si presentavano sotto forma di strisce nebulose mobili; a Purkinje [4] parimenti in forma di strisce luminose larghe, più o meno curve, separate da spazî neri, roteanti in varie maniere: ad Helmholtz sotto l'aspetto di due sistemi di onde circolari propagantesi lentamente verso i loro centri situati ai due lati del punto visuale, e ch'egli ritiene corrispondere ai punti d'inserzione dei nervi ottici.

(1) Fechner, *Ueber die subjectiven Complementarfarben.* Ann. Pogg. 1838 t. XLIV.
(2) Helmholtz, *Optique physiologique.*
(3) Goethe, *Farbenlehre.* Abh. I § 96.
(4) Purkinje, *Beobactungen und Versuche.* Praga 1819.

Sembra poi che nel movimento di queste nebbie luminose ci sia qualche cosa di ritmico avente rapporto col ritmo dei movimenti respiratori [1].

La percezione di questa luce propria della retina sembra essere assai spiccata nei febbricitanti, dove forse l'alterazione del sangue è causa di irritazione nell'organo visivo, od anco in coloro che si sono per un certo tempo affaticati e nei quali l'aumentata circolazione e l'accelerata respirazione, come è agevole comprenderlo, debbono produrre una meccanica eccitazione della retina.

Accettando ora per un momento la esistenza della luce propria della retina come un fenomeno generale, Fechner spiega la produzione delle immagini accidentali nella oscurità completa ammettendo che la retina stanca, ad es. pei raggi rossi, decomponga soggettivamente la debole luce sua propria, come farebbe di luce bianca proveniente dal di fuori, dandoci per questa ragione la sensazione di color verde.

2.° Circa la seconda obiezione sollevata da Plateau contro la teoria di Scherffer, Fechner crede ribatterla ricordando che da un fondo, giallo ad es., dipinto con pigmenti coloranti emana oltre alla luce gialla anche un po' di luce bianca, ed è questa che la retina, decompostala nella maniera anzidetta, ci fa percepire come immagine accidentale verde, la quale mescolasi col giallo del fondo per dare una macchia giallo-verdastra.

3.° Finalmente, alla grave obiezione delle alternative dell'immagine positiva e negativa, Fechner dapprima rispose molto evasivamente, ammettendo ch' esse sono prodotte casualmente, come ad es. per cangiamenti d' illuminazione, per movimenti dell' occhio o del corpo, moti respiratori ecc. ecc.

Queste obiezioni ed alcune altre, le quali toccavano certe opinioni che lo stesso Plateau riconobbe più tardi inesatte, unite alla semplicità della teoria, fecero pendere la bilancia in favore di Fechner, le cui dottrine, specialmente in Germania, furono accettate con gran favore da fisici e fisiologi illustri.

7. Intanto ai lavori di Plateau e di Fechner facevano seguito altri, i quali chiarirono sempre più la quistione, coll'arricchire la scienza di nuovi fatti. Il celebre fisiologo tedesco Helmholtz schieratosi nelle file dei sostenitori delle dottrine di Fechner dette alla espressione « *stanchezza della retina* » un più preciso significato, accoppiandola alla ipotesi di Young, da lui leggermente modificata, sulla percezione dei colori.

Young [2], come si sa, ammette che in ciascun punto della retina esistano tre specie di fibre capaci di darci le sensazioni del *rosso*, del *verde* e del *violetto*. Ora, allorquando tutte queste tre specie di fibre sono eccitate colla stessa intensità, la sensazione che riceviamo è di luce bianca: ma se la eccitazione ha valore differente per le diverse fibre, la sensazione è di luce colorata.

[1] Sono certamente attribuibili a questo fenomeno le apparizioni di fantasmi ecc. ecc. alle quali tante persone han prestato e prestano fede, come a cose esistenti obiettivamente. Ed è pur probabile, io penso, che quella specie di figure luminose in forma di tulipani od altro, vedute nel bujo completo da individui di temperamento specialmente nervoso ed ipocondrico, descritte da Reinchenbach (vedi la *Dinamica molecolare* ecc. di Dal Pozzo, Foligno) debbano la loro origine, non a qualche stranissimo agente, ma bensì alla luce propria della retina.

[2] *Lectures on natural philosophy*. London.

Così ad esempio: se le fibre del rosso sono eccitate fortemente, e quelle appartenenti al verde ed al violetto debolmente, la sensazione è quella di luce rossa. In questa ipotesi, se l'occhio è stato sottoposto all'azione della luce rossa, sono le fibre rispondenti a questo colore quelle che hanno perduta, od almeno notevolmente diminuita, la sensibilità, perciò, se in seguito la retina è colpita da luce bianca, saranno le fibre del verde e del violetto le maggiormente eccitate, e perciò la sensazione sarà verde-bleu, complementare del rosso.

Helmholtz trova in questa ipotesi anche il modo di spiegare, meglio di quello che avesse fatto Fechner, la obiezione di Plateau sulla fusione della immagine accidentale col colore del fondo sul quale, dopo contemplato un oggetto di determinato colore, si porta lo sguardo.

Infatti Fechner, e con ragione, aveva detto, che i corpi dipinti con pigmenti, emanano oltrechè luce monocromatica, anche luce bianca, la quale diviene la causa dello sviluppo del colore soggettivo. Però Plateau aveva dimostrato e più tardi Exner (1), e lo stesso Helmholtz, circondandosi delle più grandi precauzioni, confermato, che il fenomeno ha luogo anche se il fondo, invece di essere colorito con un pigmento, lo fosse con raggi dello spettro solare. Helmholtz riconoscendo tutta la gravità di queste obiezioni spiega nel seguente modo questi fenomeni:

« Se noi seguiamo l'ipotesi di Young, noi dobbiamo provare in questo caso,
« e senza miscuglio, le sensazioni colorate dei differenti nervi, per rapporto ai quali,
« i colori spettrali devono sempre sembrare biancastri, imperocchè secondo la modi-
« ficazione necessaria di questa ipotesi, ciascuna specie di luce omogenea non può
« eccitare esclusivamente una sola sorta di fibre ».

Esisterebbe adunque secondo questa dottrina, al punto di vista soggettivo, la luce bianca capace di produrre la immagine accidentale.

8. Fechner (2) ritornando più tardi sopra la spiegazione da lui data alle alternative tra l'immagine positiva e negativa, conviene che essa non è veramente l'espressione dei fatti e dice:

« Io debbo ora dar ragione a Plateau, contrariamente alle mie vedute anteriori,
« in ciò, che la forma oscillatoria nell'andamento delle immagini accidentali è la
« vera. Ma ciò non distrugge per nulla l'opinione da me stabilita, che bisogni vedere
« nel fenomeno delle immagini accidentali un conflitto tra la persistenza e la spos-
« satezza: imperocchè in fondo ciò non è che una semplice espressione dei fatti, e
« per niente una ipotesi: ma la forma periodica di questo conflitto, forma che io
« credeva altre volte non poter ammettere che in condizioni eccezionali, è inconte-
« stabilmente la forma normale ».

9. Il Marangoni (3) con un metodo suggeritogli dalle osservazioni di Fechner (4) e di Grove (5) ha posto in solido oramai la forma oscillatoria delle due immagini

(1) Exner, *Ueber einige neue subiective Gesichtserscheinungen*. Arch. de Pflüger t. I 1868.

(2) Fechner, *Elemente der Psychophysich*. Leipzig t. II.

(3) Marangoni, *Nuovo metodo di sviluppare nell'occhio le immagini accidentali abbaglianti*. Nuovo Cimento. 1870 feb.-marzo.

(4) Fechner, *Ueber die subjectiven complementar Farben*. Pogg. Ann. Band 44. 1857.

(5) Grove, *On a mode of reviving dormant impressions on the Retina*. Phil. Mag t. III 1852.

positiva e negativa succedenti alla contemplazione di un oggetto, dimodochè le alternative non possono più ritenersi come casuali. Dai risultamenti delle sue esperienze poi arriva a concludere, che:

1.° Le alternative delle immagini *positive* e *negative* si succedono ad intervalli di tempo presso a poco eguali.

2.° Le immagini sviluppate sono assolutamente inalterabili a qualunque azione meccanica, come le scosse del corpo, i movimenti degli occhi ecc. ecc.

10. Plateau in questi ultimi anni [1] è sceso nuovamente a confutare, con nuove osservazioni proprie e di altri, gli argomenti dei diversi suoi avversari, facendo rilevare ancora la grande probabilità delle leggi da lui trovate ed insieme correggendo alcune inesattezze della sua antica teoria.

Egli mette specialmente in dubbio la esistenza della luce propria della retina, la quale, come per vero avviene, molte persone non arrivano a constatare. Mostra come, anche ammettendo l'opinione di Helmholtz, per spiegare la mescolanza dell'immagine accidentale di un oggetto col colore del fondo sul quale si è rivolto lo sguardo, la debole sensazione soggettiva di bianco, che accompagna la luce omogenea, non possa bastare a produrre i vivi effetti, che si constatano.

« Come per esempio, dice l'autore, nelle esperienze di Exner la leggera sensa-
« zione del bianco mescolata a quella del violetto, potrebbe ella colla sua decom-
« posizione soggettiva condurre a darci, combinandosi con questo intenso violetto,
« la sensazione del bleu? »

Ritornando poi sullo stato oscillatorio, che succede ad una impressione, dimostra con molti esempî scelti qua e là nella fisiologia dei sensi, che questo stato non è solo proprio delle immagini accidentali, ma ancora di altre sensazioni, anche di ordine puramente morale.

11. Per finire di dare un'idea dello stato, nel quale, per quello che a me consta, presentemente, si trova la questione complessa di cui ho fin qui parlato, mi resta a ricordare per ultimo la teoria di Hering [2].

Questo scienziato [3] poggia le sue opinioni sulle moderne nozioni intorno alla fisiologia dei nervi.

Ammette che in un nervo eccitato, si compiano due lavori: uno di alterazione chimica, o di *dissassimilazione*, l'altro, per reazione, di ricostituzione, ossia di *assimilazione*.

L'assimilazione ricondurrebbe l'organo allo stato di riposo, cioè all'assenza di sensazione.

Ecco come Plateau dà un sunto [4] di questa teoria:

Hering ammette che la sostanza visiva sia suscettibile di provare sotto l'azione

[1] Plateau, *Sur les couleurs accidentelles ou subjectives*. Bull. de l'Ac. de Belgique. 2e S. t.39. 1875.

[2] Ho detto per quello che a me consta, poichè, confinato fin' ora in paesi ove non solo i mezzi sperimentativi. ma anche i più comuni libri mancano assolutamente, non mi sono potuto procurare tutti quei periodici scientifici nei quali è possibile che dal 1876 in poi si sieno pubblicati altri lavori in proposito.

[3] Hering, *Zur Lehre vom Lichtsinne*. Bull. de l'Ac. de Vienne t. 68-69. 1873-74.

[4] Plateau, *Sur les couleurs subjectives (accidentelles)*. Bull. de l'Ac. de Belgique t. 42. 1876.

della luce tre sorta di modificazioni, di cui la prima dà le sensazioni del nero e del bianco, la seconda quelle del bleu e del giallo, la terza quelle del rosso e del verde: od anche che questa stessa sostanza visiva si componga di tre sostanze differenti, appropriate ciascuna ad una delle coppie di sensazioni sopradette. Esso adotta quest' ultimo modo di vedere, sebbene meno probabile secondo lui, perchè si presta più facilmente alla esposizione della teoria. Esso chiama le tre sostanze in questione: sostanza nero-bianca, sostanza bleu-gialla e sostanza rosso-verde. In ciascuna di queste coppie di sensazioni, uno dei colori proviene da una *dissassimilazione,* e l'altro che gli è opposto da una *assimilazione.*

Ciò posto, mentre si contempla del rosso per esempio, se la sensazione di questo colore è dovuta ad una dissassimilazione, la reazione dell' organo determina una graduale assimilazione, la quale indebolisce conseguentemente la sensazione del rosso: e se allora si volgono gli occhi sopra una superficie bianca, la porzione primitivamente eccitata della retina essendo divenuta meno sensibile al rosso, percepisce la tinta complementare. Hering poi ammette anch' esso la luce propria della retina.

12. Riassumendo ora ciò che abbiamo detto sullo stadio nel quale si trova la soluzione del grave problema che ci occupa, noi ci troviamo ancora in presenza dello due teorie emesse fin dal secolo passato da Jurin e da Scherffer, salvo poche modificazioni.

Un passo di più si è fatto però laddove si è accertato che la *forma periodica del conflitto tra l'immagine diretta e l'accidentale è incontestabilmente la forma normale.*

Restano però ancora pendenti altre questioni tra le quali questa: « Se la luce « bianca *reagente* obiettiva o soggettiva sia condizione *sine qua non* allo sviluppo « delle immagini accidentali ».

PARTE SECONDA

La quistione che io mi son proposto di risolvere con le mie ricerche è la seguente:

« Se la retina viene sottoposta alla sola azione di una luce monocromatica, è « egli possibile determinare sulla medesima.

« 1.° Lo sviluppo della corrispondente immagine accidentale.

« 2.° Le alternanze tra la immagine diretta e l'accidentale ?

Aveva già notato [1] che se si osserva un oggetto discretamente illuminato attraverso ad una lastra di vetro colorato, in rosso nel mio caso, ed un disco a fenditure posto in rotazione piuttosto lenta: od in altre parole, se un oggetto moderatamente illuminato viene osservato in mezzo a luce rossa intermittente, l'oggetto ad un dato momento diventa del più bel color verde-bleu.

Tenendo conto di questo fatto, sul quale circostanze speciali m' impedirono pel momento di soffermare la mia attenzione, allorchè potei riprendere i miei studî, pensai che in queste condizioni di osservazione potrei raccogliere qualche notizia precisa sulla quistione propostami.

[1] *Sopra un fenomeno d'ottica fisiologica.* Nuovo Cimento fasc. nov.-dec. 1877.

Ed infatti fu mia cura di sottoporre la retina all'azione di una luce monocromatica intermittente, circondandomi di tutte le precauzioni necessarie a sottrarla all'azione di qualunque altra luce, che non fosse quella, che in tale o tale altro esperimento mi proponeva sottomettere alla prova.

In queste ricerche io mi servii di due modi di sperimentare:

1.° Osservazione di un oggetto illuminato fisso attraverso ad una lastra di vetro colorato ed un disco roteante a fenditure rettangolari.

2.° Osservazioni attraverso un vetro colorato di un disco roteante a settori bianchi e neri.

Metodo primo. La disposizione data all'esperimento era presso a poco quella descritta in altro mio lavoro [1], con la differenza però che invece di osservare ad occhio nudo, osservava attraverso ad una lastra di vetro colorato.

Siccome però, come ho già detto, m' interessava anzi tutto di sottrarre gli occhi all'azione di luce estranea a quella su cui sperimentava, ecco quali precauzioni aveva prese all'uopo.

Ad un telaio rettangolare delle dimensioni seguenti

Lunghezza . . . . . $0^m,25$

Larghezza . . . . . $0^m,10$

sostenuto da un'asta scorrevole entro un piede in modo da potersi alzare ed abbassare a volontà, era fermata con piccole bullette una specie di cuffia di panno nero doppio entro la quale collocata la testa vi si rinchiudeva poi al collo. In questo telaio si fissavano le lastre di vetro colorato (pressochè delle stesse dimensioni) in modo che il loro contorno rimanesse coperto dall'orlo fisso del panno medesimo, e fosse quindi impedito l'accesso alla benchè minima quantità di luce estranea entro la cuffia.

Con tale disposizione si era sicuri di non far pervenire sulla retina se non la luce monocromatica voluta.

Il telaio con la lastra di vetro era collocato vicinissimo alla faccia completamente annerita del disco a fenditure mobile in un piano verticale.

Attraverso questo sistema si osservava ora una parete bianca, esterna al laboratorio, distante circa 40 metri dall'apparecchio, e moderatamente illuminata da luce diffusa: ora la parete, pure bianca, del laboratorio, posta a circa 4 metri dagli occhi dell'osservatore, e molto meno rischiarata della precedente.

Nell'apparecchio di rotazione (un piccolo motore elettro-magnetico) la velocità era regolata, nei limiti del possibile, per mezzo di una molla. Affinchè la velocità non fosse troppo piccola, i dischi che adoperava portavano il numero di fessure qui sotto indicato.

N.° d'ordine dei dischi	N.° delle fessure
1	2
2	3
3	4
4	6

In queste condizioni ecco che cosa potei osservare.

[1] *Notice relative à quelques phénomènes* etc. etc. Archiv: de Genève. sept. 1878.

Luce rossa. — Finchè il disco aveva una piccola velocità, la parete contemplata si mostrava coperta di una luce rossa vacillante, nè era possibile di osservarvi alcun cambiamento di colorito, ma allorquando la velocità del disco era divenuta tale che la tinta rossa del campo osservato (parlo della parete esterna) cessando di essere molto vacillante (papillottante) stava per passare allo stato di quiete e di continuità, dopo poco tempo il colore rosso cominciava a volgere al giallognolo, cioè all'aranciato, e più tardi al decisamente giallo, per cambiarsi successivamente in giallo-verdastro, verde, verde leggermente bleu, e finalmente verde-bleu assai saturo e perfettamente identico a quello veduto come immagine accidentale di un disco rosso sopra un fondo bigiastro. Questo verde-bleu pervenuto ad un massimo d'intensità perdeva dipoi la sua saturazione, si schiariva al verde e ripassando in senso inverso pei colori già indicati, dopo un momento ritornava sul campo un bel rosso saturo, il quale nuovamente ripassava al verde e così di seguito. Nei passaggi da un massimo di saturazione del rosso ad un massimo del verde-bleu la luce mostravasi sempre leggermente vacillante.

Tenendo fissi gli occhi, era stupendo vedere l'alternarsi del rosso e del verde per un tempo determinato solo dalla nostra volontà.

Se invece della parete esterna si contemplava la interna del laboratorio, che abbiamo detto essere molto meno illuminata, i toni di passaggio dall'una all'altra immagine divenivano pochissimo sensibili ed i due colori rosso e verde-bleu, diventati più oscuri, si alternavano nel campo visuale.

Fermando l'attenzione sullo spazio di tempo che separava presso a poco i passaggi tra l'immagine positiva e la negativa ed alla rispettiva durata di queste due immagini sulla retina, notai che, allorquando gli occhi si trovavano riposati, il rosso persisteva di più del verde-bleu; dipoi le apparizioni dei due colori mi sembravano separati dagli stessi intervalli di tempo, ma con lo stancarsi della retina, il rosso durava assai meno del verde; cioè compariva per un momento, per dar luogo alla immagine accidentale che lo seguiva.

I fatti messi in sodo da queste osservazioni, essendomi di stimolo a proseguire innanzi, io volli anzitutto assicurarmi che questi, e gli altri fenomeni dei quali andrò discorrendo, non si manifestavano soltanto ai miei occhi, ed è perciò che sottoposi a questi esperimenti il mio assistente, alcuni miei scolari ed alcuni dei miei signori colleghi, i quali tutti gentilmente vollero prestarsi. Tutti poterono osservare i fenomeni che ho descritti.

Prima di passare ad esaminare altre luci colorate, io mi proposi di determinare se la successione delle intermittenze nella illuminazione della retina fosse una quantità costante.

A tale uopo disposi del metodo che ho descritto in altra mia Nota [1] meno che invece di fare discendere la corrente elettrica per una striscia di stagnola incollata sul disco, la faceva per mezzo di una leggera asta di alluminio fissa all'asse del motore, ed invece d'interporre nel circuito registratore un *relais*, vi collocava

[1] Nuovo Cimento fasc. nov.-dec. 1877.

una macchina Morse, la quale imprimeva da sè tanti punti quanti erano i giri del disco, togliendomi così la possibilità di un errore nel contare ad orecchio.

L'apparecchio destinato alla misura del tempo era l'orologio a pendolo di una macchina d'Atwood. Io aveva determinata prima la durata di oscillazione del pendolo e trovata eguale a 0,597 secondi, in seguito a circa duecento osservazioni concordanti raccolte con un orologio sufficientemente bene regolato, e del quale le oscillazioni del bilanciere avevano una durata di un quinto di secondo. Una elettro-calamita era collocata vicino all'asta del pendolo, il quale ogni qualvolta passava la corrente nel rocchetto del magnete veniva attirato, e veniva poi reso libero allorquando la corrente cessava. Un tasto era destinato a chiudere od aprire la corrente e quindi a fermare o lasciar libero il pendolo di muoversi a volontà dell'osservatore.

Per numerare adunque i giri del disco in un dato tempo non si aveva che a liberare ad un dato momento, e contemporaneamente, il pendolo ed il movimento d'orologeria della macchina, e dipoi nello stesso modo fermare il pendolo e l'orologio della macchina: leggendo allora il numero di oscillazioni compite da una parte, il numero dei punti segnati sulla lista di carta dall'altra, si conosceva il numero di giri eseguiti dal disco in un certo tempo, e perciò quelli eseguiti in una determinata unità.

La tavola qui sotto esposta riassume i risultati raccolti da queste osservazioni. Essi sono dedotti da cinque serie di quaranta determinazioni ciascuna, e per ciascun disco. Esse sono fatte con tempo chiaro ed ordinariamente dalle ore 8 a. m. alle ore 12 m. nel mese di settembre.

Luce rossa

N. d'ordine dei dischi	Numero delle fessure	N. dei giri fatti in un minuto primo	N. dei giri fatti in un minuto secondo	Tempi nei quali si succedono le intermittenze
1	2	260	4,333	0″,115
2	3	174	2,900	0, 114
3	4	130	2,167	0, 115
4	6	86,6	1,443	0, 116
				0″,460
			Valore medio	0″,115

Questi risultati conducono alle seguenti conclusioni:

1.° Le velocità corrispondenti allo sviluppo normale del fenomeno per dischi a numero differente di fessure, sono inversamente proporzionali a questo numero. Ossia il tempo impiegato da una fessura per sostituire la precedente è costante.

2.° Le impressioni di luce rossa nelle condizioni più adatte allo sviluppo della corrispondente immagine accidentale sulla retina, debbono succedersi ad intervalli di 0,115 secondi circa.

Al di sotto di questa velocità il campo luminoso diviene vacillante, ma rosso, al disopra continuo e rosso; ma nè nell'un caso, nè nell'altro si ha più lo sviluppo della immagine accidentale. Se la velocità è molto grande, allora il color rosso è sbiadito e grigiastro.

Luce verde. — Ponendosi ad osservare nelle anzidette condizioni attraverso ad un vetro verde, anche per questo colore si discuopre benissimo il formarsi della immagine accidentale, e lo alternarsi delle due immagini positiva e negativa per un determinato valore della velocità del disco ruotante. La luce verde, della quale appare a noi illuminato il campo osservato, è dapprima un po' vacillante, ma dopo un istante di osservazione essa diventa continua spiccata e ben satura: però, continuando allora la contemplazione, il verde cambia e si volge al giallastro, dipoi passa decisamente al giallo-verdastro, indi ad un violetto molto roseo, sebbene assai annacquato, per incupirsi ed acquistare forse un po' di bleu, producendoci la sensazione di un bel porpora. Questo sulla parete esterna del laboratorio, ma sulla interna i colori che formavano le due immagini comparivano saturi, ma più oscuri nei loro massimi, senza che potessero apprezzarsi i passaggi dall'uno all'altro.

Anche qui adunque, come pel rosso, noi constatiamo la produzione della immagine diretta verde, e quella della accidentale porpora, con gli stessi fenomeni di alternanza e passaggio graduale dall'una all'altra.

Per questo colore pure si verifica la legge delle velocità in modo analogo che pel rosso: però, la velocità richiesta per la successione delle impressioni, ha un valore differente siccome dimostra il quadro che segue:

Luce verde

N. d'ordine dei dischi	Numero delle fessure	N. dei giri fatti in un minuto primo	N. dei giri fatti in un minuto secondo	Tempi nei quali si succedono le intermittenze
1	2	215	3,583	0",1396
2	3	143	2,383	0, 1400
3	4	107	1,783	0, 1401
4	6	72	1,200	0, 1390
				0",5587
			Valore medio	0",139675

Questi risultati ci dicono che le impressioni di luce verde debbono seguirsi ad intervalli di 0",139675 nelle condizioni migliori per la produzione dei fenomeni dei quali andiamo discorrendo.

Si noti pure, che per un valore più piccolo di questa velocità, il campo luminoso è di un bel verde, ma assai vacillante; e per un valore più grande, è continuo e bigiastro senza che apparisca alcuna traccia dell'immagine accidentale.

Luce bleu. — Il bleu ci porge pure occasione di osservare benissimo lo sviluppo dell'immagine accidentale, le alternanze dell'immagine diretta, ed i graduali passaggi dall'una all'altra.

Dopo poco che abbiamo contemplata la parete divenuta d'un magnifico bleu quasi tranquillo e saturo, cominciamo a vederlo sbiadire sempre più fino ad un momento, nel quale un leggero roseo incomincia a sostituirsi al bleu biancastro. Questo roseo si pronuncia di più ed ingiallisce tendendo all'arancio, sul quale volge poi decisamente.

Conseguito però un massimo arancio un po' scuro (simile all'immagine accidentale del bleu osservata sopra un fondo grigiastro) il colore del campo va dopo poco degradandosi, e ripassando per gli stessi toni, ma in senso inverso, ritorna ad essere nuovamente ricoperto di un bellissimo bleu.

Con una luce meno intensa i colori delle due immagini diventano più cupi, l'arancio tendendo al castagno, e le tinte intermedie spariscono.

Le velocità di rotazione per dischi a numero di fessure differenti seguono la solita legge, ma il valore della velocità nella intermittenza è diverso dal rosso e dal verde, come lo mostra il quadro qui sotto esposto:

Luce bleu

N. d'ordine dei dischi	Numero delle fenditure	N. dei giri fatti in un minuto primo	N. dei giri fatti in un minuto secondo	Tempi nei quali si succedono le intermittenze
1	2	200	3,334	0″, 150
2	3	133	2,217	0, 1503
3	4	100	1,667	0, 150
4	6	67	1,117	0, 149
				0″,5993
			Valore medio	0″,149825

Da questi risultati si rileva che gli accessi di luce bleu sulla retina, debbono seguirsi ad intervalli di tempo di 0″,149825.

Riguardo alle variazioni nella velocità al disotto e al disopra del valore normale, si ripetono le osservazioni simili alle precedenti.

Riassumendo adunque i risultamenti delle sopra esposte osservazioni, noi siamo condotti fin d'ora a stabilire:

1.° Che se la retina è sottoposta all'azione di una luce monocromatica intermittente, puossi nella medesima luce, e quindi senza la presenza di luce bianca reagente, sviluppare la immagine accidentale che le corrisponde.

2.° Che le alternanze tra la immagine diretta e la soggettiva, le quali si producono nella osservazione ordinaria di questi fenomeni, ma in numero limitato, si mostrano anche qui, ma in numero quale si vuole, cioè fino a tanto che gli occhi si tengono sottoposti all'azione della luce intermittente.

3.° Che affinchè il fenomeno abbia luogo in tutta la sua chiarezza, fa d'uopo che le eccitazioni della retina si succedano a determinati intervalli a seconda delle diverse luci colorate.

4.° Che le due immagini raggiungono due massimi di saturazione, in seguito ai quali decrescono, passando per tinte che hanno con essi una certa relazione.

5.° Che la intensità d'illuminazione degli oggetti contemplati sembra influire sulla tinta dei colori principali, nonchè degli intermedî. Pare in altre parole, che la intensità con la quale viene eccitata la retina eserciti soggettivamente, una non dubbia influenza sopra il tono del colore osservato, e della sua immagine accidentale.

Questi risultati mi parvero abbastanza interessanti per continuare le mie ricerche e fissai l'attenzione sul cambiamento di tinta che subiscono i colori per un aumento d'intensità della luce obiettiva.

Affine di produrre una forte illuminazione proiettava mediante uno specchio la immagine del sole sopra la parete bianca del laboratorio, o sopra uno schermo di carta bianca ivi appeso: e per stabilire dei resultati comparativi, rendeva questa immagine ora assai grande, ora assai piccola.

Con queste disposizioni ecco che cosa potei notare:

Luce rossa. — Appena il disco ruotante è pervenuto alla velocità normale, tutto il campo (s'intende pel caso della immagine assai grande) si cuopre di una tinta arancio-giallastra, la quale, pel giallo chiaro e pel giallo verdastro, volge al verde-giallastro, al verde-bleuastro, simile al colore dell'acqua di mare nelle piccole profondità, al bleu-celeste, ed infine al bleu saturo; dopo di che, per le stesse tinte retrocedendo, ritorna di nuovo all'arancio giallastro, sebbene saturo, per oscillare poi tra questo colore ed il bleu e reciprocamente. I due colori adunque sono alterati notevolmente per l'aumentata intensità di luce.

Se la immagine del sole si rende più piccola, epperò più lucente, concentrandosi la stessa quantità di luce sopra una più piccola superficie, l'immagine diretta del disco solare, invece che rossa, appare gialla contornata da una listerella rossa vivissima, ove comincia la parte meno luminosa, e l'immagine accidentale è di un bleu-viola vivace circondata da una lista verdone.

Nei passaggi dall'una all'altra delle due immagini, osserviamo: che, mentre l'immagine positiva si va accostando ad un massimo biancastro, la negativa va raggiungendo un massimo oscuro; vale a dire che il giallo acquista un massimo chiaro ed il bleu-viola un massimo cupo.

Luce verde. — Anche questo colore si trova notevolmente alterato in una forte luce obiettiva. Quando la immagine del sole è assai estesa, il verde è assai giallastro dapprima, di poi diventa decisamente giallo, il quale nel tempo stesso si schiarisce divenendo più sbiancato: compare di poi un leggiero velo di roseo-viola, il quale passando pel porpora volge al vinato carico con predominio evidente del violetto.

Rimpicciolendo la immagine del sole, allora i colori diventano due specialmente, cioè verde-bianco leggermente giallognolo, ed un violaceo leggermente roseo assai oscuro. La parte meno luminosa che delimita il disco solare diviene verdone per l'immagine diretta, porpora per l'accidentale.

Anche pel verde si hanno i due massimi nel verde biancastro e nel porpora viola-oscuro.

Mentre faceva delle osservazioni, su questo colore, mi accadde di vedere oscurare un po' il campo contemplato pel passaggio di leggiere nubi avanti al sole: immediatamente risaltò la variazione delle tinte, le quali ritornarono verso il colore normale.

Luce bleu. — Il bleu si trova pure nelle stesse condizioni degli altri colori sopradescritti. Nel primo caso il bleu è un po' sbiadito ed i passaggi all'immagine negativa sono i seguenti: bleu più chiaro, quasi bianco, leggermente roseo, roseo più pronunciato, roseo leggermente giallastro. Nel secondo il bleu dapprima è assai biancastro, di poi quasi bianco, indi passa ad un leggiero roseo che si rende semprepiù vivace, finchè arriva ad un massimo, nel quale però assume una tinta leggermente terrea. Anche per questo colore notai che la immagine positiva raggiungeva un massimo biancastro, e la negativa un massimo cupo. Diminuendo la luce, il bleu diventa di nuovo più intenso ed il roseo passa all'aranciato.

Da queste osservazioni, si trae adunque che nella intermittenza di una luce monocromatica molto intensa, i due colori, diretto e soggettivo non si conservano tali e quali, ma divengono sempre il primo biancastro o giallastro, il secondo prossimo alla immagine accidentale del primo alterato.

Un fatto analogo era pure stato osservato da Fechner [1], da Purkinje [2], da Seguin [3] e da Helmholtz [4] nella osservazione del sole attraverso vetri colorati.

I fenomeni descritti ci permettono di fare un'osservazione che io ritengo di qualche importanza, che cioè mentre una delle immagini, la positiva, acquista un massimo di biancastro, la negativa invece perviene ad un massimo cupo.

Metodo secondo. — La disposizione data all'esperienza in questo secondo modo di osservare, fu quella che passo a descrivere.

Io mi preparai anzitutto n. 3 dischi di 30 centimetri di diametro a settori bianchi e neri, e nei quali i settori bianchi possedevano in tutti la stessa apertura angolare. Il numero d'ordine di questi dischi e quello dei settori, sono qui sotto indicati:

Numero d'ordine dei dischi	Numero d'ordine dei settori
1	2
2	3
3	4

Or l'uno, or l'altro era fissato sul piccolo motore e posto in rotazione in un piano verticale di fronte ad una finestra che lo illuminava bene con luce diffusa. A circa un metro, in posizione comodissima, io mi poneva ad osservare tenendo la solita disposizione per illuminare la retina di sola luce monocromatica, e fissando perfettamente il centro del disco.

La velocità di rotazione del motore, veniva regolata dal mio assistente. Così essendo disposte le cose, ecco quali notizie mi fu dato registrare.

Luce rossa. — Al cominciare del movimento, non si osserva altro se non che un'alternanza di settori neri e rossi: col crescere della velocità i neri sembrano

(1) Loco citato.

(2) *Beobachtungen und Versuche.*

(3) Seguin, *Sur les couleurs acc.* Ann. de phy. et chimie t. 41.

(4) Opera citata pag. 497 e seg.

notevolmente aumentati di numero ed al tempo stesso compaiono macchie verdastre in mezzo alla luce vacillante. Quando la velocità rispetto al disco che si adopera, è giunta a tale che il disco appaia colorato con tinta quasi continua, allora, se gli occhi sono tenuti ben fissi, i settori neri spariscono ed esce sulla superficie del disco un magnifico rosso, il quale a poco a poco diviene saturo. Giunto ad un massimo, nel quale chi osserva crederebbe che il disco fosse uniformemente colorato di un rosso-fuoco, questo va leggermente ingiallendosi, indi la luce appare vacillante, comincia a chiazzarsi di macchie verdognole le quali aumentano di numero, si estendono e finiscono per invadere tutta quanta la superficie del disco, sulla quale scaturisce allora una tinta uniforme del più bel verde-bleu. Questo verde, perviene adagio adagio ad un massimo, dopo il quale decresce e diviene vacillante, ed allora ricompaiono le macchie rosse, le quali colorano di nuovo la superficie del disco di un bel rosso, che per la stessa via ritorna al verde bleu, e così di seguito. Noi vediamo adunque una volta il disco tutto rosso, ed una tutto verde; osservando inoltre che col prolungarsi della contemplazione queste tinte divengono sempre più belle. Inoltre è a notarsi, che mentre sul principio il rosso persiste di più sulla retina e si rinnuova più spesso, dopo un poco le due imagini si succedono ad intervalli di tempo presso che eguali, e dipoi, con lo stancarsi della retina, la persistenza diviene maggiore pel verde.

Con dischi a numero di settori differenti trovai verificata la solita legge delle velocità. Credo inutile riprodurre qui il quadro riassuntivo dei risultati ottenuti con le solite determinazioni: dirò solo che il tempo, che separa i passaggi dei settori bianchi, vale a dire che determina la successione delle impressioni di luce rossa, trovai essere 0,113 secondi, cioè leggermente inferiore a quello con dischi a fenditure.

Luce verde. — Pel verde i fenomeni sono analoghi. Quando la velocità è giunta al valore necessario allo sviluppo normale, spariscono i settori neri, ed il disco sembra colorato uniformemente di un bellissimo verde-prato: ma questo va decolorandosi, passando per i varî toni del verde giallastro, finchè ad un dato momento appaiono macchie rosee, le quali, moltiplicandosi e volgendo al porpora, finiscono per ricuoprire di questo colore tutta la faccia osservata del disco ruotante. Ma il porpora, come al solito, giunto ad un massimo di saturazione, va sbiadendosi verso il roseo e ritorna dipoi al verde primitivo pel verde giallastro.

Il tempo impiegato da un settore bianco per sostituire il precedente è pure costante ed eguale a 0",1368.

Se la velocità è minore della normale, la luce diviene vacillante ed il disco appare screziato di macchie verdi giallastre e nere non arrivandosi a produrre uniformità di sensazioni. Se invece la velocità è maggiore, il disco appare coperto di un verde continuo un po' cupo e l'immagine accidentale non si sviluppa. Riguardo al maggiore spicco dei due colori col prolungarsi della contemplazione, come al succedersi più o men rapido delle due immagini, si possono ripetere le osservazioni fatte per la luce rossa.

Luce bleu. — Il bleu come il rosso ed il verde, mostra benissimo le due colorazioni della superficie del disco. Ad un certo momento si osserva il disco coperto uniformemente di un bellissimo bleu assai intenso; indi questo colore va degradandosi pel celeste e pei toni un po' più sbiancati, finchè nella luce vacillante appaiono

macchie rosee o giallastre, le quali, espandendosi, finiscono per ricuoprire la superficie di una tinta arancio-giallastra. Ma questa, acquistato un massimo di saturazione, ritorna gradualmente per la via inversa all'intenso bleu.

L'intervallo di tempo che separa i successivi passaggi dei settori bianchi è 0",145.

Per le altre osservazioni i risultati sono analoghi a quelli del rosso e del verde.

Si osservi, a proposito della rotazione di questi dischi a settori bianchi e neri, che la velocità normale, come aveva già fatto rilevare anche Plateau, dipende solo dal numero dei settori, e niente dal rapporto delle loro rispettive grandezze. Lo che del resto anche Helmholtz aveva mostrato elegantemente (1).

Ritroviamo adunque, in quello che abbiamo esposto con questo secondo metodo, gli stessi fenomeni notati col primo con moderata illuminazione. Abbiamo cioè: 1° produzione dell'immagine accidentale in luce monocromatica e senza luce bianca reagente: 2° alternanze tra l'immagine diretta e l'accidentale in numero qualsivoglia: 3° velocità determinata di rotazione per lo sviluppo del fenomeno, ed i cui valori sono presso che identici a quelli trovati pei dischi a fenditure: 4° passaggi graduali da un'immagine all'altra per toni o giallastri o rosei, e massimi di saturazione sopra ambedue.

A confermare l'identità di questi coi fenomeni registrati col primo metodo mancava di ricercare se con una forte illuminazione i colori rimanessero alterati.

Per produrre un forte rischiaramento proiettava il disco solare sopra la superficie del disco ruotante, in modo che la immagine del primo cuoprisse perfettamente il secondo, indi mi poneva ad osservare nella stessa maniera.

Le stesse alterazioni descritte pei dischi a fenditure mostraronsi identicamente con questi a settori bianchi e neri.

Con un vetro rosso ad es. il disco compariva giallo, poi giallo biancastro, indi leggermente bluastro, e di poi decisamente bleu-viola e foncé. Toccato il massimo cupo, il bleu si degradava per toni un po' più chiari passando al giallo biancastro e dipoi al giallo.

Diminuendo la intensità della luce, il rosso da una parte ed il verde dall'altra ritornavano l'uno sulla immagine diretta, l'altro sull'accidentale, cambiandosi la prima in giallo leggermente arancio, e la seconda in un bleu leggermente verdastro. Con una velocità più piccola, e quindi con una successione men rapida delle eccitazioni, ed una azione più prolungata della luce rossa predominava l'arancio; mentre con una grande velocità il giallo persisteva, ed assai sbiadito. Nella velocità normale le due immagini si alternavano come al solito, e mentre la immagine positiva aveva un massimo chiaro, la negativa lo aveva cupo.

Con questo modo di osservare adunque, nel quale si sviluppano quelle immagini che Fechner (2) ha chiamato *abbaglianti*, non manca di presentarsi il fenomeno curioso del cangiamento quasi assoluto delle due tinte.

Nell'intenzione di dare a queste ricerche il maggiore sviluppo, io mi proposi di sottoporre alla esperienza anche dischi a settori neri e colorati, osservati ad occhio nudo; ed è a tale scopo che mi preparai di tali dischi dei seguenti colori:

rosso; *arancio*; *giallo*; *verde*; *bleu*; *porpora*.

(1) Opera citata pag. 454.

(2) Fechner, *Ueber die subjectiven Nachbilder* etc. Pogg. Ann. t. 50.

Per ciascuno di questi colori ne furono preparati tre coi numeri di settori colorati 2, 3, 4: ma verificata subito la solita legge delle velocità, adoperai di preferenza quelli a 4 settori, poichè in essi il colore ed il nero trovavansi nelle stesse proporzioni.

La disposizione dell'esperienza era la stessa che quella del metodo secondo, a differenza però che qui osservava ad occhio nudo.

Ecco quello che ho registrato nelle mie note.

Disco a settori rossi e neri. — Per una velocità piccola, nella luce vacillante, il rosso ed il nero sono confusi, ed i settori sembrano aumentati di numero. Se però si fa crescere di rapidità la rotazione, la luce a poco a poco si rende più quieta. Allora tenendo ben fissi gli occhi sul centro del disco, sul passare dalla luce assai vacillante alla quasi quieta, le macchie rosse si rendono dopo poco continue, e pervadono la superficie del disco, il quale risulta allora colorato di un bel rosso, che va rendendosi mano mano più saturo ed acceso. Ma giunto ad un massimo, comincia a degradarsi leggermente ingiallendosi, e dopo poco la luce diviene vacillante. A questo momento compaiono macchie verde-bleu, le quali rapidamente aumentando di numero e di estensione finiscono per ricuoprire il disco di un verde-bleu, che acquista un bel colore saturo, ma cupo. Il verde-bleu segue la stessa via del rosso, cioè si schiarisce perdendo il bleu, e tendendo al verde assai sbiancato, e dopo poco la luce riappare vacillante, e si ritorna al rosso. Così continuano le alternanze finchè dura la contemplazione.

I due colori col tempo divengono più spiccati, ed allora si osserva che se il rosso è più vivo anche il verde-bleu è pure più pronunciato; però, mentre il rosso si satura sul chiaro, il verde invece si satura sul cupo, segno che questo secondo colore nasce sul nero.

La velocità più adatta allo sviluppo regolare delle due immagini è un po' maggiore di quella trovata con gli altri metodi: essa è 0,104 secondi; e quindi la successione delle intermittenze è più rapida.

Anche per questi dischi la durata delle due immagini è differente: dapprima essendo più lunga per la positiva, che per la negativa, e dipoi dopo aver passata la fase di eguaglianza, essendo maggiore per la seconda, che per la prima.

Disco a settori arancio e neri. — Anche qui abbiamo lo stesso modo di svilupparsi delle due immagini. La positiva raggiunge un massimo nell' arancio vivissimo, dal quale per toni giallognoli passa al bleu saturo e cupo, non senza aver acquistati toni bleuastri chiari prima di raggiungere il più intenso bleu. Gli accessi di luce arancio sulla retina si succedono con intervalli di tempo eguali a 0″,1102.

Col prolungarsi della osservazione i colori si sviluppano molto bene.

Disco a settori gialli e neri. — I due massimi di sensazione risiedono l' uno nel giallo d'oro lucente, l'altro nel bleu-viola cupo. Il giallo nel degradarsi si accosta al giallo leggermente verdastro e chiaro: il bleu-viola passa prima pel celeste e pel bleu. Le intermittenze si succedono ad intervalli di tempo eguali a 0″,117.

Disco a settori verdi e neri. — Nella immagine positiva il verde è splendido, simile al così detto verde di Scheele, ma adagio adagio si accosta al verde giallastro, finchè nella luce vacillante compaiono macchie di un leggero vinato, che poi diviene

un bel porpora cupo quando queste macchie hanno ricuoperto uniformemente la faccia osservata.

La successione delle intermittenze si fa ad intervalli di tempo eguali a 0″,126 circa.

Disco a settori bleu e neri. — Le oscillazioni delle due immagini stanno tra un bleu bellissimo e saturo, ed un castagno un po' cupo, con passaggi tra il bleu chiaro e leggermente roseo da una parte, e i toni rosei, o giallastri dall'altra. Si vede qui che l'arancio si produce veramente sui settori neri. I settori bleu succedonsi ad intervalli di tempo eguali a 0″,135.

Disco a settori porpora e neri. — L'immagine diretta è un bel porpora, il quale per toni rosei passa poi alla immagine accidentale di un bel verde cupo ma spiccato.

I settori porpora si seguono ad intervalli di tempo eguali a 0″,14856.

Quello che è interessante a notarsi nei fenomeni ora descritti, si è questo. Che allorquando comincia a tingersi uniformemente il disco con una delle immagini, essa appare dapprima come un leggiero velo ordinariamente sbiadito e va di poi pronunciandosi di più ed accostandosi ad un massimo che è un colore saturo, sia quello che realmente affetta la retina, sia quello che si produce soggettivamente (negativa). Sembrerebbe dunque che la eccitazione della retina non pervenisse ad un massimo istantaneamente, ed inoltre che, conseguito questo massimo, la sua eccitabilità diminuisse fino ad un minimo, che per noi sarebbe un massimo negativo, oscillando in questo modo tra questi due stati.

Con una illuminazione più intensa, anche su questi dischi i colori vengono alterati; così, ad esempio, il rosso diventa arancio-giallastro ed il verde-bleu decisamente azzurro, come abbiamo constatato con altri metodi.

Avendo notato in tutte le precedenti osservazioni, come l'immagine accidentale s'incupisse, io pensai che ciò dovesse derivare dal che questa prendesse nascimento sopra i settori neri, mentre i colorati dovevano considerarsi come non esistenti per la retina. Ed infatti questi colori soggettivi dei dischi erano identici a quelli osservati per oggetti fissi, prima contemplati, sopra a fondo scuro. Affine di avere una conferma a questa mia supposizione, sperimentai con dischi identici ai precedenti, ma a settori bianchi e colorati.

Da queste osservazioni risultò: che il processo seguito nello svilupparsi delle due immagini era lo stesso; le velocità necessarie a produrre lo sviluppo un po' più piccole; ma i colori soggettivi erano quelli che si osservano sopra un fondo bianco, ciò che dimostra il seguente prospetto:

Immagine positiva	Immagine negativa
Rosso-cupo	Verde-bleu color cielo
Arancio-cupo	Bleu-cianico
Giallo assai pronunciato	Bleu leggermente viola
Verde-cupo	Porpora-roseo
Azzurro-cupo	Giallo-chiaro

In queste condizioni l'immagine positiva sembra cupa rispetto alla negativa.

Osservazioni identiche alle precedenti si sono raccolte esaminando dischi a settori bianchi e neri, illuminati da luce monocromatica.

Osservando in un *taumatropio* le figure in mezzo a luce rossa, quando la velocità abbia raggiunto un determinato limite tutto si colora di verde-bleu, poi di rosso, indi nuovamente di verde-bleu, e così di seguito.

Se la luce è di un altro colore si sviluppa parimente l'immagine accidentale, comparendo le solite alternanze.

In poche parole, variando comunque l'esperienza, purchè la retina sia illuminata ad intermittenze con una determinata luce, si sviluppa sempre l'immagine accidentale, con tutti quei fenomeni che abbiamo descritti.

Nel chiudere la esposizione delle ricerche fatte, pongo a confronto nel quadro che segue qui sotto i rapporti tra gli intervalli di tempo, nei quali si seguono le intermittenze per le diverse luci, e quelli che esistono tra i numeri di vibrazione corrispondenti ai varî raggi colorati.

Nome dei colori	Rapp. tra i tempi nei quali si succedono le intermittenze ROSSO = 1			Rapporto tra i numeri di vibrazioni ROSSO = 1
	1° Metodo	2° Metodo	Dischi a settori neri e colorati osservati ad occhio nudo	
Rosso......	1	1	1	1
Aranciato	»	»	1,059	1,062
Giallo.....	»	»	1,125	1,124
Verde......	1,214	1,212	1,212	1,210
Bleu.......	1,278	1,283	1,298	1,304

Apparirebbe da questo quadro, che i rapporti fra gli intervalli di tempo nei quali succedono le intermittenze sarebbero eguali a quelli tra i numeri di vibrazione dei colori sottoposti all'esperimento, e quindi che le velocità di rotazione sarebbero inversamente proporzionali ai numeri di vibrazione.

PARTE TERZA

Passati così rapidamente in rivista i fatti raccolti con le nostre osservazioni, ci sia permesso farvi sopra alcune considerazioni.

La più superficiale ispezione dei fenomeni registrati ci conduce a questa prima conclusione: che *anche in luce monocromatica di determinato colore è possibile sviluppare la immagine accidentale del medesimo.*

Questa legittima espressione dei fatti ci autorizza a ritenere per certo che, siccome aveva dimostrato Plateau, la presenza di luce bianca reagente non costituisca una condizione *sine-qua-non* per lo sviluppo dei colori soggettivi. E se volessimo anche ammettere che l'immagine del rosso, ad esempio, nei nostri sperimenti dovesse considerarsi come composta di rosso con un po' di bianco soggettivo, la immagine accidentale verde-bleu non potrebbe conseguire un grado d'intensità luminosa pari a quella del colore sottoposto all'esperienza, siccome a noi invece risulta. Nè, per la stessa ragione,

mi sembra potersi invocare l'azione della luce propria della retina (azione assai problematica); sulla quale osservo che a me non è mai riuscito discernerla nelle condizioni normali e di riposo della mia persona.

Ritengo adunque che la causa della colorazione negativa debba ricercarsi soltanto in uno stato nuovo di attività nel quale si pongono gli elementi nervosi che costituiscono la retina.

Ma ciò che più fortemente appoggia questa supposizione si è l'altra conclusione alla quale ci conducono i nostri esperimenti; che cioè, le due immagini positiva e negativa si alternano sulla retina, costituendola in uno stato di oscillazione dall'una all'altra con fasi le quali segnano graduali passaggi fra il massimo dell'oscillazione positiva e quello della negativa.

Noi ritroviamo quindi in questi due fenomeni, l'uno dall'altro inseparabili nelle nostre osservazioni, i due più potenti argomenti in appoggio della teoria di Plateau, la quale, come abbiamo detto, riferisce la produzione delle immagini accidentali a stati opposti di oscillazione nei quali spontaneamente si mette la retina in seguito a determinate eccitazioni.

Se volessimo però adoperare la teorica di Plateau, tale e quale egli ce l'ha data, alla spiegazione di quei fenomeni che abbiamo constatato, noi ci troveremmo certamente di fronte a delle gravi difficoltà.

Ed infatti, in primo luogo non possiamo disconoscere che l'immagine accidentale si sviluppa nel modo il più perfetto dopo un certo tempo nel quale la retina è stata sottoposta all'azione intermittente di quella tale o tal'altra determinata luce, vale a dire, in altre parole, dopochè l'organo visivo ha raggiunto un certo grado di stanchezza.

Inoltre Plateau dice, che allorquando guardiamo un oggetto rosso, la retina esercita una reazione crescente contro l'azione della luce che la colpisce tendendo a costituirsi nello stato opposto, ma che questa reazione non si traduce in atto se non quando la retina vien sottratta repentinamente all'azione della luce rossa.

E che così pensi Plateau lo dimostra chiaramente l'obiezione fatta a Brewster riguardo alla fusione dell'immagine diretta rossa di un disco, che si contempli, con l'accidentale verde, mentre gli occhi stanno fissi sul medesimo disco.

Ora nei nostri esperimenti la retina non è che per un momento sottratta all'azione della luce rossa e dopo un istante riceve nuovamente l'impressione della stessa luce prima che incominci a svilupparsi l'immagine accidentale, finchè noi consideriamo la retina non ancora stanca. Da ciò ne deve avvenire che noi dobbiamo percepire sempre luce rossa o interrotta o continua, come avviene difatti per velocità differenti dalla normale, e se condizioni favorevoli vi sono per lo sviluppo di una immagine accidentale, saranno le migliori laddove l'impressione di luce rossa dura di più e più grande è il tempo che separa la prima dalla seconda impressione. Inoltre, noi abbiamo in alcuni momenti sensazione di luce rossa continua e con intensità variabile, come abbiamo continua quella di luce verde-bleu, eppure per tutto il tempo nel quale queste due sensazioni sono continue abbiamo sempre l'apparire e lo sparire della sola luce rossa. Esiste adunque sulla retina sottoposta alle apparizioni interrotte di una data luce uno stato molto più complesso di quello supposto da Plateau.

Noi abbiamo ancora osservato che mentre il rosso diviene bello e saturo, ma

non oscuro, il verde-bleu invece diviene molto cupo, e stabilendo delle osservazioni comparative abbiamo constatato che la immagine accidentale di un disco a settori bianchi e colorati era identica a quelle osservate su fondi chiari, mentre per un disco a settori colorati e neri, era identica a quelle osservate sopra superficie oscure. Questo ci ha mostrato che la immagine accidentale si sviluppava negl'intervalli di cessazione della luce primitiva.

Considerando adunque le intermittenze prodotte col primo metodo, si è nell'intervallo che separa i passaggi di due eccitazioni che si sviluppano le immagini negative. Ora, se noi arriviamo a vedere continua la immagine accidentale del verde, questo fenomeno ci indica certamente che in quel momento la retina non è più eccitabile alla luce rossa, od in altre parole che la retina ha perduto pel rosso la sua sensibilità.

Ma un altro fatto il quale ci fa proprio vedere il progresso di questa *stanchezza* per la luce che più fortemente agisce, cioè la obbiettiva, è la differente durata delle due immagini sulla medesima.

Noi abbiamo veduto infatti che, mentre sul cominciare delle osservazioni il color rosso, ad es., persiste di più del verde-bleu accidentale, il quale comparisce appena per un istante, si passa di poi ad una eguaglianza di durata ed infine al predominio del colore soggettivo sul diretto.

Questo fatto non fa egli proprio discernere chiaramente il successivo indebolirsi della sensibilità negli elementi della retina pel colore che agisce più fortemente, e che è l'obiettivo?

A tutto questo aggiungo, che, da quello che risulta dalle nostre esperienze è chiaro, che la retina, sottoposta all'azione momentanea di una data luce la quale si ripete regolarmente ad intervalli, non acquista se non dopo un certo tempo un massimo di eccitabilità, nel quale la persistenza è massima, e dipoi va adagio adagio avvicinandosi ad un minimo, dopo il quale comincia a mostrarsi l'immagine accidentale, che segue la stessa legge.

Per spiegare questi fatti noi dobbiamo dunque ammettere, che, mentre la retina è sottoposta all'azione di una determinata luce, tende a svilupparsi una reazione contraria crescente, che la porrebbe in uno stato opposto al primitivo, determinando perciò lo sviluppo della immagine accidentale. La eccitabilità per la data luce cresce poco a poco, e sale ad un massimo, nel quale è massima la persistenza, per poi diminuire e scendere verso un minimo, ed è allora che la reazione si sviluppa seguendo la stessa via dell'azione, cioè crescendo e poi diminuendo. Corrispondono quindi alla nostra coscienza massimi di sensazione della luce obiettiva, e massimi della subiettiva, quando ci si trovi nelle condizioni più adatte a percepire la reazione da un lato, e la stanchezza dall'altro.

Noi riuniamo in questo modo le due teorie di Plateau e di Fechner. La quistione sta ora nel definire fisiologicamente il significato delle locuzioni: *reazione della retina* e *stanchezza della retina,* ciò che non senza una certa trepidanza ci accingiamo a fare.

Noi partiamo anzi tutto dalla ipotesi di Young, secondo la quale in ciascun punto della retina esistono tre specie di elementi nervosi, o fibre, capaci di produrre in noi

le sensazioni dei colori, *rosso, verde* e *violetto*. Noi accettiamo pure la modificazione di Helmholtz, secondo la quale qualunque luce omogenea eccita contemporaneamente le tre specie di elementi con una intensità variabile con la lunghezza d'onda. Che cioè la luce rossa, ad es., ecciti fortemente le fibre nervose del rosso, e debolmente quelle del verde e del violetto.

Ragionando inoltre per analogia, ed osservando che, se un muscolo viene irritato, la sua contrazione comincia adagio adagio per raggiungere gradatamente un massimo, e decresce di poi per gradi ritornando allo stato di riposo; noi ammettiamo, che allorquando un nervo viene eccitato, anche istantaneamente, abbisogni un certo tempo, sia perchè la eccitazione si cominci a tradurre in sensazione, sia perchè questa sensazione, compia il suo ciclo partendo da un minimo, per giungere ad un massimo e dipoi decrescere per ritornare al minimo. In altre parole noi supponiamo, che la eccitabilità di un nervo irritato si elevi gradatamente ad un valore massimo, dopo il quale gradatamente decrescendo ritorni allo stato primitivo, od anche ad una eccitabilità minore.

A tutto questo aggiungiamo, che, analogamente a ciò che avviene per altri fenomeni, accettiamo anche per quelli che riguardano il sistema nervoso il principio, che i piccoli impulsi, prodotti ad eguali intervalli di tempo, si sommino, e quindi ammettiamo, che le deboli eccitazioni prodotte sopra un nervo in periodi piccoli ed eguali di tempo dieno origine sommandosi ad una forte eccitazione.

Questi principî a nostro credere, ci basteranno per spiegare i fenomeni che si conoscono intorno alle immagini accidentali.

Ed infatti, supponiamo primieramente la retina sottoposta all'azione di una luce rossa, è evidente anzi tutto, che le ripetute eccitazioni prodotte dalle onde appartenenti al rosso debbono, sommandosi nei loro effetti, indurre dopo un certo tempo un massimo di eccitabilità nelle fibre del rosso ed insieme un aumento di persistenza dell'impressione, dappoichè l'effetto anzidetto equivale ad un aumento d'intensità luminosa. Se dunque la luce rossa fosse stata talmente intermittente, che il campo luminoso osservato apparisse leggermente vacillante, nel massimo di sensibilità, avrebbe dovuto comparire continuo, e di un colore rosso sempre più saturo, lo che avviene difatti. Ma toccato però un massimo di sensibilità i principî che abbiamo ammessi, ci condurrebbero a pensare, che debba incominciare un periodo di decremento, e però di diminuzione nella persistenza. Ne nascerebbe adunque nel caso suaccennato, che la luce rossa, dapprima diminuendo di saturazione, passerebbe dipoi ad essere di nuovo vacillante, lo che ci viene dimostrato dalle sperienze che abbiam passate in rivista.

Noi abbiamo detto però, che anche gli elementi nervosi appartenenti al verde ed al violetto, sono contemporaneamente eccitati, sebbene con minore intensità di quelli del rosso. Ora la sommazione delle periodiche piccole eccitazioni, come ha prodotto un massimo di sensibilità nelle fibre del rosso, lo stesso deve avvenire per quelle del verde e del violetto. Però, finchè la retina è sottoposta all'azione troppo viva del rosso obiettivo, questi impulsi piccolissimi vanno riducendosi allo stato tensivo o potenziale, e non producono sulla nostra coscienza la sensazione di luce verde, se non quando cessa l'azione del rosso. Ammettendo questo principio è evidente, che la intensità con la quale l'immagine accidentale prenderà il suo sviluppo, sarà proporzionata alla durata della contemplazione, la quale induce due effetti: il primo, di maggiore

stanchezza sulle fibre del rosso, e quindi più pronta disparizione dell'immagine diretta: il secondo di uno stato tensivo più forte nelle fibre del verde, e perciò produzione di una più viva e duratura immagine accidentale.

In una luce intermittente, mentre la eccitabilità negli elementi del rosso deve decrescere, in quelli del verde al contrario deve avere una tendenza a raggiungere adagio adagio il suo più grande valore. Questo massimo è raggiunto in fatti gradatamente nelle nostre esperienze nelle quali abbiamo le migliori condizioni per rilevare questi effetti. Noi abbiamo constatato il fatto, che mentre la luce rossa andava estinguendosi, la luce verde-bleu si avanzava: e quando per la prima la sensibilità era ridotta ad un minimo, per la seconda invece toccava un massimo, nel quale, analogamente e ciò che si era notato pel rosso, il campo osservato diveniva completamente tranquillo, e non più vacillante. Ma anche pel verde cominciava dipoi un periodo di decremento fino a che passavamo al rosso, e così di seguito.

I principî che abbiamo ammessi ci conducono dunque a concludere: che non vi sia bisogno di *luce reagente* per sviluppare un'immagine accidentale; ma che la luce reagente faciliti la produzione dei colori soggettivi è pure una conseguenza della nostra ipotesi, in quanto che in essa trovandosi quali componenti anche i raggi pei quali la retina è rimasta sensibile, questi aggiungeranno obiettivamente nuovo stimolo alla reazione, che si compie negli elementi pertinenti al colore soggettivo.

Colla nostra ipotesi possiamo fin da principio prevedere le alternative tra le immagini positiva e negativa, non che la respettiva loro durata sulla retina. Infatti è evidente che durante la eccitazione d'un nervo si compie in esso un processo di chimica alterazione, la quale è causa della diminuzione della sua eccitabilità; ma noi dovremo pure ammettere che poco dopo si compia un processo inverso, cioè di riassimilazione, senza il quale il nervo sarebbe distrutto: il periodo nel quale questo processo si compie è evidentemente quello della insensibilità. Ora quando le fibre del rosso hanno ripresa la loro eccitabilità, quelle del verde e del violetto l'hanno quasi perduta, dunque l'insensibilità cadrà ora sul verde-bleu, e sarà visibile il rosso, mentre di lì a poco avverrà il contrario.

Abbiamo veduto che i due colori acquistano maggior spicco prolungando fino ad un certo limite la contemplazione. Ora anche questo fatto parmi appoggi le nostre vedute, imperocchè ci dimostra, ciò che del resto sappiamo, che certi movimenti organici si rendono più pronti e più facili colla ripetizione.

Se così continuiamo a ragionare, facilmente prevediamo, che mentre sul principio nelle alternanze tra i massimi delle due eccitazioni deve persistere di più il colore obiettivo, prolungando la contemplazione, finirà per predominare invece il colore soggettivo.

Proseguendo in questo cammino possiamo cercare di spiegarci anche altri fenomeni che abbiamo osservato. Chiamiamo, a, b, c, tre quantità proporzionali alle intensità di eccitazione del rosso, del verde, e del violetto, e supponiamo che tra loro passi questa relazione $a > b > c$. Siccome queste tre quantità vanno conseguendo un limite massimo, è probabile che anche in esso si mantengano queste relazioni, ma che noi crediamo il colore soggettivo avere un'intensità luminosa eguale all'obiettivo sol perchè non possediamo, al momento della sua formazione completa, un termine di confronto.

Ad ogni modo però, siccome pel colore verde-bleu l'incremento avviene sempre più marcato col diminuire del rosso, è probabile che arrivi un momento nel quale le fibre del rosso sieno moderatamente eccitate, moderatamente quelle del verde, poco quelle del violetto. Ora in queste condizioni noi dobbiamo percepire il colore corrispondente a questo nuovo stato della retina, cioè il color giallo, come infatti avviene. Ma siccome la eccitabilità pel verde, va progredendo, mentre pel rosso va diminuendo, il giallo passerà per toni verdastri al verde, e via via ai toni appartenenti al verde-bleu. Quando dalla immagine accidentale si passerà alla diretta, la strada sarà evidentemente la inversa, e dai toni della parte dello spettro più rifrangibile si andrà verso quelli della meno rifrangibile, ciò che è nel fatto.

Noi ammettiamo e ritroviamo come conseguenza della nostra ipotesi una certa sovrapposizione della immagine positiva, con la negativa, sovrapposizione poi tanto più marcata quanto più forte sarà la luce obiettiva. Anzi in questa si farà più presto, imperocchè, da una parte per le fibre che rispondono alla luce obiettiva la stanchezza sopravverrà più rapidamente, come sarà più pronta la eccitazione di quelle che corrispondono al colore soggettivo. Questo ci spiega perchè contemplando una luce intensa attraverso una lastra rossa ed un disco ruotante a fenditure abbiamo trovato il giallo invece del rosso, e per conseguenza il bleu violaceo invece del verde-bleu.

A queste osservazioni ne aggiungerò un' altra. Se guardiamo un disco giallo, bene illuminato, posto su fondo scuro, dopo un momento di contemplazione appare sul giallo un leggero verde giallastro: ma questo sparisce, e da quel momento il giallo leggermente si oscura. Se la contemplazione è spinta a lungo, lo che non si fa senza un enorme sforzo di volontà, il disco diventa così oscuro quasi quanto il fondo sul quale si trova. Se in quel momento si muove l'occhio l'immagine accidentale compare subito splendidissima sul nuovo punto fissato, e se invece tenendo l'occhio fisso sul disco si chiudono, e riaprono le palpebre, il color giallo riappare nella sua pienezza. Ma se, fissando ancora il giallo per un certo tempo, si fa passare tra l'occhio ed il disco una leggera nube di fumo, basta questo per vedere sviluppata sul disco stesso una immagine accidentale bleu-viola.

Sembra dunque che con un'azione troppo violenta o prolungata l'immagine accidentale si sviluppi sulla retina contemporaneamente alla primitiva, come lo dimostra la tinta verdognola che comparisce sul giallo, e ch'è un misto di giallo e di bleu, e che a poco a poco si costituisca sulla retina tale stato tensivo tra queste due azioni da bastare un nonnulla per dar predominio all'una od all'altra.

Marangoni [1] in alcune sue ricerche sulle immagini abbaglianti fu condotto alla stessa conclusione, come si rileva dalle sue stesse parole « Nell'occhio adunque « esistono contemporaneamente l'immagine positiva e negativa durante lo sviluppo « e se in questo stato di cose l'una o l'altra delle due immagini sarà più intensa, « vedremo l'immagine positiva o la negativa: se invece le intensità loro saranno « equivalenti non si vedrà sul disco alcuna traccia di essa ».

Helmholtz nella sua opera pag. 486, parlando appunto dei cangiamenti di tono

[1] Lavoro citato.

subìti da un colore con la prolungata contemplazione ne dà la spiegazione seguente colla teoria di Young:

« Se la luce rossa pura, insieme ai nervi del rosso eccita pure in minor grado « gli altri, la sensibilità dei primi diminuendo più rapidamente, a causa della in- « tensità della eccitazione, bisogna che l'impressione del colore si ravvicini ad un « rosso biancastro o grigio ».

Queste parole del sommo fisiologo tedesco stanno in appoggio della fusione soggettiva tra l'immagine diretta e l'accidentale siccome noi l'abbiamo intesa.

La ipotesi che abbiamo ammessa spiega, anzi prevede, la fusione dell'immàgine accidentale col colore del fondo sul quale la si contempla.

È evidente anzitutto che, se il colore del fondo è identico a quello dell'immagine accidentale o lo contiene, questa debba comparire di un tono più saturo.

Consideriamo dunque il caso nel quale il colore del fondo non è compreso nell'immagine accidentale, come avviene ad es. per l'immagine negativa del rosso contemplata su fondo giallo.

Le fibre del rosso hanno, in questo caso, diminuita la loro eccitabilità pel rosso, ma sono però in via di ricostituirsi allo stato normale, mentre dura sulla retina la colorazione accidentale. Ora, se in queste condizioni volgiamo lo sguardo sopra un campo giallo, questo colore eccita di nuovo le fibre del rosso, del verde e del violetto, dimodochè come resultante finale dobbiamo avere una nuova fusione di questa eccitazione con quella che già preesisteva, cioè avere la sensazione di giallo-verdastro.

Continuando in questo modo di esame dei diversi fenomeni compresi sotto il nome d'*immagini accidentali*, tenendo come guida la nostra teoria, vediamo che tutti sono spiegabili, ed è perciò che ci siamo arrischiati a presentare al dotto pubblico le nostre idee.

Alle osservazioni fatte di sopra ne aggiungerò finalmente un'altra sulla quale ricerche più delicate potranno meglio pronunciarsi, che, cioè, per quanto risulta dalle nostre determinazioni circa gl'intervalli di tempo nei quali debbono succedersi le intermittenze, ossia le eccitazioni, per le diverse luci, pare che questi intervalli stieno fra loro in ragion *diretta dei numeri di vibrazione corrispondenti;* od in altre parole che per sviluppare ad es., con un disco a settori rossi e neri, la immagine accidentale verde, la velocità di rotazione debba essere maggiore che per sviluppare con un disco a settori verdi e neri l'immagine accidentale rossa, e precisamente nel rapporto inverso dei rispettivi numeri di vibrazione.

Non oso per ora interpretare questo curioso risultato della osservazione anche perchè i mezzi sperimentativi dei quali ho potuto disporre (specialmente alludendo al motore del quale mi sono servito) non erano molto perfetti, però non posso a meno di rilevare il seguente fatto: che, se prendiamo pel *rosso* e pel *bleu* i numeri che rappresentano gl'intervalli di successione delle eccitazioni, espressi nelle nostre tavole da 0'', 115 pel primo, e 0'', 149 pel secondo, e li paragoniamo ai numeri ottenuti da Plateau [1] pei tempi durante i quali le impressioni dei colori suddetti si

[1] Plateau, *Dissertation sur quelques proprietés des impressions* etc. Liége 1829.

mantenevano sensibilmente costanti sulla sua retina ed espressi da $\frac{0'',232}{24}$ pel rosso e $\frac{0'',295}{24}$ pel bleu, ossia in decimali $0'',0097$ e $0'',0123$, si vede facilmente che questi numeri stanno tra loro nello stesso rapporto. Infatti facendo la proporzione ed eseguendo i prodotti, troviamo $\frac{0,115}{0,149}=\frac{0,0097}{0,0123}$ ossia $0,00141=0,00144$.

È dunque possibile che il tempo di *costanza apparente* dell'impressione abbia, come del resto è facile il pensarlo, la sua non dubbia influenza sulle velocità di rotazione richieste pel normale sviluppo dei fenomeni dei quali abbiam discorso.

A questo punto arrivati, crediamo di qualche interesse soffermarci un momento a considerare, se possa esistere un qualche accordo tra le idee che abbiamo esposte a riguardo la causa delle immagini soggettive, ed i fatti ulteriormente scoperti intorno al vero modo di agire della luce sull'organo della vista.

Il prof. Boll [1] è stato quello che ha gettato un po' di luce sui misteriosi fenomeni della visione con la sua famosa scoperta del *rosso retinico*. Dalle ricerche di questo illustre scienziato e da quelle di altri che in questi ultimi tempi lavorarono intorno al medesimo soggetto sembra oramai provato, che appositi organi della retina secernano continuamente una sostanza sensibilissima alla luce, e dallo stesso Boll chiamata *eritropsina*, necessaria alla funzione visiva. Questa sostanza si decolora continuamente nella luce bianca, od acquista invece colorazioni differenti in luci monocromatiche diverse. Per la luce rossa l'eritropsina diverrebbe di un rosso più intenso o più cupo, per la luce verde si cangerebbe in un rosso-porpora e così via discorrendo.

Appoggiandosi ora su queste importanti scoperte, noi tenteremo se sia possibile di metterle in tale correlazione colla teoria Young-Helmholtz, da trovare un nesso strettissimo tra le modificazioni obiettive della retina e le sensazioni subiettive rispondenti ai colori accidentali.

Ed in primo luogo ci sembra evidente che, nelle condizioni normali dell'organo visivo, noi siamo condotti ad *interpretare* un determinato colore del rosso retinico siccome corrispondente ad una anche determinata qualità di luce obiettiva. Così il rosso scuro della retina interpretiamo come prodotto dal color rosso obiettivo, mentre il color porpora riferiamo al verde.

Supponiamo ora che le relazioni tra lo stato di eccitazione degli elementi nervosi, come è logico il pensarlo, varii con la colorazione della retina: che allorquando ad es. la retina si trova nello stato normale, nella oscurità, non esista alcuna irritazione nelle tre specie di fibre di cui abbiam parlato: che nella luce bianca invece, nella quale l'eritropsina è completamente decolorata, i tre elementi sieno irritati egualmente. Supponiamo infine che pei diversi colori il relativo cambiamento di colore implichi quel diverso stato di eccitabilità delle fibre stabilito dalla teoria Young-Helmholtz, ed ammettiamo che il processo psicologico, col quale abbiamo

[1] Boll, *Sull' anatomia e fisiologia della retina*. Atti della R. Acc. dei Lincei 1876-77. Questa Memoria potei leggere e studiare, perchè favoritami dalla squisita cortesia dell'illustre prof. F. Boll.

coscienza delle varie sensazioni, si compia mercè una interpretazione che la nostra coscienza fa dello stato nel quale si trovano le espansioni terminali dei nervi; allora i fenomeni delle immagini accidentali, se non andiamo errati, non offrono grandi difficoltà alla loro spiegazione.

Poniamo infatti che si guardi per un certo tempo un disco rosso, sia pure evitando ogni azione di luce bianca. Allora, lo sappiamo, la sostanza fotochimica della retina assume un colore particolare relativo al color rosso obiettivo e non ad altro. In questo stato noi opiniamo, l'irritazione nervosa essere massima per le fibre del rosso e più piccola per quelle del verde e del violetto. Portiamo ora lo sguardo sopra un fondo bianco. Allora il colore della retina è di subito cambiato e divenuto quello che realmente corrisponde al bianco. Come interpreteremo noi il nuovo stato della retina? Se le fibre nervose si trovassero nello stato normale noi proveremmo sensazione di luce bianca, ma siccome le fibre del rosso sono invece stanche, e quelle del verde e del violetto reagiscono per una irritazione in esse resa latente, noi dovremo percepire il bianco a cui è stato soppresso il rosso, cioè verde-bleu. Però, siccome le fibre del rosso non sono al tutto insensibili e la luce bianca agisce fortemente, non potremo evitare di mescolare un leggero bianco colla immagine accidentale ed ottenere così un tono di color verde-bleu un po' chiaro. I fatti verificano queste deduzioni. Questa alterazione adunque del rosso retinico, sebbene non corrisponda a quella che produce il verde obiettivo, pure viene interpretata, anzi deve essere interpretata come tale.

Se invece di passare dalla contemplazione di luce rossa in quella di luce bianca si passasse nella oscurità la più completa, la percezione di un' immagine soggettiva si spiegherebbe nell' istessa maniera, e si scorgerebbe in tal caso che è il nero quello che si mescola un poco al verde complementare.

Vediamo ora cosa deve accadere nelle osservazioni fatte con luce intermittente, come nel caso dei nostri sperimenti.

Tutte le volte che la luce rossa, ad es., accede sulla retina la sostanza fotochimica della medesima tende, come si è detto, a prendere un altro colore, cioè a modificarsi, mentre quando la luce non penetra nell'occhio (esamino il caso nel quale si osserva attraverso un vetro rosso ed un disco a fenditure) il colore normale del rosso retinico tende a ricostituirsi. Di qui dunque un conflitto tra due azioni opposte, conflitto il quale ad intervalli può creare la prevalenza ora all' una ora all' altra, ora cioè all' azione decomponente, ora alla rigenerante. Intendo dire cioè, che noi possiamo ottenere un tale stato nel quale l'azione degli organi rigeneranti del rosso retinico sia più o meno attiva o pronta e quindi predomini ora il rosso-scuro (proprio della luce rossa) ora il colore normale. In queste alternanze noi potremo quindi interpretare i due stati, ora come luce rossa obiettiva, ora come luce verde subiettiva.

A questo modo di vedere, se non andiamo errati, sono di appoggio le osservazioni relative al tono dell' immagine accidentale osservate sopra dischi a settori colorati e neri, o colorati e bianchi. Nel primo caso abbiamo conflitto tra la luce colorata e l'oscurità, e l'immagine accidentale è oscura: nel secondo caso tra la luce colorata e la bianca, e l'immagine soggettiva è chiara.

Possiamo anche portare in campo le alternanze fra il vacillamento della luce e

il ritorno alla quiete del campo osservato, siccome criterio della maggiore o minore attività dell'azione ricostituente, siccome ha fatto Exner ([1]), non dimenticando però anche lo stato di eccitazione degli elementi nervosi appartenenti ai tre colori.

Da queste brevi ultime considerazioni, nelle quali non vogliamo spingerci più oltre dappoichè il tema della funzione fisiologica dell'eritropsina attende ancora molte altre ricerche e scoperte, ci sembra doversi ritenere che, almeno nel campo dei fenomeni dei quali abbiam discorso, non vi sia una immensa contradizione tra i resultati della osservazione obiettiva e le idee finora in corso sulla percezione dei colori, qualora però si abbia ricorso alla *teoria della interpretazione*, la quale in certi casi, come nello stato normale, potrebbe divenire *teoria della identità.*

Riassumeremo adunque tutte queste considerazioni in questi punti.

1.° Esiste sulla retina una sostanza sensibile alla luce e necessaria alla funzione visiva: sostanza dalla luce decomposta e da organi appositi costantemente rigenerata.

2.° Esistono in ciascun punto della retina elementi nervosi determinati, destinati a produrre in noi, quando dalla speciale azione della luce della retina vengano eccitati, le sensazioni di bianco, di rosso, di verde e di violetto. Di bianco quando vengono eccitati tutti egualmente, di luce colorata, allorchè la eccitazione sia dall'uno all'altro variabile.

3.° Quando una data luce eccita gli elementi retinici che le corrispondono, l'eccitazione si propaga per *simpatia* anche gli altri in maggiore o minor grado: e quando nei primi, pervenuta la sensibilità ad un massimo si ha una decrescenza e quindi un avvicinamento alla insensibilità, nei secondi invece si ha un incremento di eccitabilità fino a che sia raggiunto pure un massimo, oltre il quale avviene il fenomeno inverso, finchè non sia raggiunto lo stato di quiete, nel quale la retina si trovava prima di essere eccitata.

4.° Nelle variazioni che subisce la eccitabilità degli elementi posti direttamente in vibrazione e quelli per simpatia, abbiamo degli stati intermedî, nei quali noi percepiamo sensazioni luminose corrispondenti a questi stati: cioè riuniamo le singole sensazioni in una sola, come le vibrazioni delle diverse fibre nell'orecchio percepiamo come un solo suono.

5.° Ad ogni colore obiettivo ne corrisponde uno speciale del rosso retinico, e quindi uno stato particolare di eccitabilità dei tre diversi elementi nervosi: ma ad un colore soggettivo può corrispondere un colore del rosso retinico appartenente ad un altro, poichè in tal caso la coscienza interpreta precipuamente lo stato degli elementi nervosi, che può corrispondere ad un colore diverso dall'obiettivo: fondendo però in parte la sensazione corrispondente al soggettivo con quella dell'obiettivo appartenente alla colorazione retinica.

([1]) Exner, *Zur Kenntniss von der Regeneration in der Netzhaut.* Arch. de Pflüger 1878.

Contribuzioni all'Ittiologia.

Memoria del dott. CARLO EMERY

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 1 giugno 1879.

I. Le metamorfosi del *Trachypterus taenia*.

Le specie del genere *Trachypterus* possono dividersi in due gruppi naturali. Il primo gruppo è caratterizzato dall'avere la parte del corpo che segue l'ano ristretta dal lato ventrale, quindi il contorno ventrale sinuoso, e la pinna codale in parte nera; vi si riferiscono le specie mediterranee *T. cristatus* Bon. e *repandus* Metaxà, nonchè una specie dell'arcipelago indiano, il *semiophorus* Bleek. Nel secondo gruppo il contorno ventrale non è sinuoso e il corpo si ristringe gradatamente a partire dalla base delle pinne ventrali fino al principio della codale. Questo gruppo è rappresentato da parecchie forme, i cui caratteri però non sono sempre definiti con quel rigore che sarebbe da desiderarsi. Così i diversi autori sono sovente discordi nell'assegnare le dimensioni e proporzioni del corpo, il numero dei raggi dorsali, la disposizione delle macchie nere che adornano i fianchi. Fino ad un certo punto, tali discrepanze non recheranno meraviglia, ove si consideri che quei pesci fragili per quanto eleganti occorrono di rado sulle nostre spiaggie e sono per lo più rappresentati nei musei da singoli esemplari, assai spesso guasti nelle loro pinne. Ma, ancora gli esemplari meglio conservati di alcune forme mostrano, dall'una parte, tanta rassomiglianza nella loro architettura e dall'altra, tanta variabilità nelle misure e nel numero dei raggi, da renderne per lo meno dubbia la diversità specifica. Tali forme, che, a mio parere, dovrebbero essere riunite in una sola specie sono i *T. Spinolae* C. V., *taenia* Bl. e *iris* Walb. (1); a questi si aggiunge ancora un piccolo trachittero descritto dal prof. A. Costa (2) col nome di *T. filicauda* e riferito dall' autore, però non senza riserve, a forma giovanile del *T. repandus*, cui si avvicina un poco per la forma del contorno ventrale.

Durante la primavera del 1878, venivano pescati nel golfo di Napoli alcuni giovani Trachitteri, i quali presentavano diverse forme di passaggio dal *T. filicauda* al *T. Spinolae*. Due esemplari più giovani ancora e di sembianze embrionali erano stati da me raccolti anche a Napoli, nell'autunno dell'anno precedente. Per le forme più sviluppate e adulte dei Trachitteri mediterranei, ho potuto raccogliere indicazioni esatte, sia con l'esaminare io stesso gli esemplari esistenti nelle collezioni della Stazione Zoologica di Napoli e del Museo di Cagliari, sia giovandomi della somma gentilezza dei signori prof. Doderlein, Giglioli e Goette, i quali si compiacquero fornirmi preziosi ragguagli intorno agli esemplari posseduti dai Musei di Palermo, di Firenze e di Strasburgo (3).

(1) Già Canestrini (*Fauna d'Ital.*, Pesci p. 194) ha considerato il *T. iris* come varietà del *taenia*.
(2) Annuario del Mus. Zool. di Napoli I, 1862 p. 51 tav. I fig. 3.
(3) In complesso 32 esemplari di varie dimensioni da $0^{m},003$ fino a $1^{m},410$.

Il più giovane Trachittero ch' io abbia visto (fig. 1) non ha nulla che possa farlo riconoscere come appartenente al genere, se non si confronti con esemplari non molto più avanzati nel loro sviluppo: questo pesciolino pelagico, lungo 3 mm. appena, mi giunse morto e in istato non perfetto di conservazione; la coda, come spesso avviene dopo la morte nelle larve di pesci, curvata in giù ma circondata ancora dalla pinna verticale embrionale; la porzione dorsale di questa pinna, un po' più elevata nella sua parte anteriore, lasciava vedere ivi tre raggi in via di sviluppo; le pinne pettorali grandi, le ventrali già sporgenti come moncherini acuminati: tutto il corpo trasparente, ma l'occhio già argenteo e pigmentato; la cavità boccale aperta.

Lo stadio seguente (fig. 2), lungo quasi 6 mm., fu pescato con la rete di Müller e disegnato dal vivente al microscopio, non senza fatica. Trasparentissimo ancora e con pochi elementi pigmentati bruni, che formavano due fasce trasversali nella parte codale del corpo e delle pinne, esso differisce dall'esemplare descritto sopra per lo sviluppo più avanzato della pinna dorsale; alla estremità anteriore di questa, sorgono tre raggi grandissimi e mobili a volere dell' animale, in parte riuniti da membrana, formando quasi sul vertice un'alta cresta; altri tre raggi molto meno sviluppati veggonsi dietro i primi nella stessa pinna, l'uno di essi già un po' sporgente; la coda è tuttavia circondata dalla pinna verticale comune, in cui non scorgesi nessun accenno di raggi codali: le ventrali sono poco più sviluppate, le pettorali hanno una forma distintamente pedicolata che ritrovasi ancora in altri giovani pesci; la forma del capo e della mandibola incomincia ad avvicinarsi a quella dell'esemplare rappresentato dalla fig. 3.

Questo, che a prima vista va riconosciuto come un Trachittero, è già molto più sviluppato del precedente e non conosco forme intermedie. Esso è lungo 16 mm.; le parti scheletriche del suo capo incominciano a farsi più distinte; il corpo è più consistente, più lungo nella parte preanale, non è più trasparente, ma la cute è provvista di uno strato argenteo con poche macchiette di pigmento: le pinne sono molto ampie e, nel pesce vivente (questo esemplare e i seguenti giunsero nelle mie mani già conservati in alcool), aveano un delicato colore roseo. Le pettorali hanno ancora un contorno quasi pedicolato, ma la loro forma è mutata e il lembo membranoso che prima circondava quasi tutta la pinna è ridotto presentemente alla sola parte inferiore e apicale; le pinne ventrali sono grandemente sviluppate, con 6 raggi, i tre esterni prolungati enormemente in flessibili lacinie e riuniti da membrana, per piccola parte soltanto della loro lunghezza. Le pinne verticali sono quelle che hanno subìto i mutamenti più interessanti: i raggi anteriori della dorsale, molto lunghi, ascendono per un tratto verticalmente, riuniti da membrana e si prolungano in lacinie come quelli delle ventrali; il resto della dorsale (2ª dorsale) segue fino alla codale, con la quale è continua, circondando ancora l'estremità rialzata della corda; il suo contorno si abbassa notevolmente poco prima della estremità posteriore. Lo sviluppo dei raggi di questa pinna è ineguale ed è tanto meno avanzato per quanto più si va verso l'estremità codale (se ne possono contare circa 103): così, mentre in avanti i raggi ossei sono ben sviluppati e già distintamente scabri, più indietro sono appena accennati e, a partire dal punto ove il contorno della pinna si abbassa, non esistono più fuorchè raggi fibrillari embrionali. Le pinne verticali del lato ventrale sono ancora ben sviluppate, ma hanno

soli raggi fibrillari: si può distinguere una preanale lunga e stretta, che raggiunge in avanti la sinfisi delle clavicole, e un'anale più breve e larga, ancora continua con la codale.

Questa va meglio studiata in altro esemplare la cui estremità codale maggiormente ingrandita è rappresentata dalla fig. 6 ([1]). L'apice della corda dorsale è volto in su e circondato dalla estremità codale dalla pinna verticale embrionale; questa parte della pinna embrionale comprende ancora raggi fibrillari inseriti al disotto della corda. Più giù sporge la codale gia molto avanzata nel suo sviluppo e sostenuta dalle cartilagini ipurali. Otto raggi compresi in un lobo rotondato, cui si associa un piccolo raggio rudimentale, sono quelli che dovranno formare la codale a ventaglio dell' adulto; al disotto di questi e separati da profonda incisura sorgono alcuni altri raggi (al numero di 3 in questo esemplare), il penultimo prolungato in lungo e sottile filamento: questi raggi, inseriti pure sulle cartilagini ipurali, devono senza dubbio essere considerati come facenti parte della pinna codale.

Passando ad altro esemplare ([2]) più sviluppato e lungo 32 mm. (fig. 4), troviamo la forma del corpo già assai vicina a quella del *T. Spinolae* (fig. 5): il contorno anteriore del capo quasi rettilineo, la porzione codale (post-anale) del corpo più larga e compressa, il rivestimento argenteo più denso. Le pinne ventrali sono ancora più sviluppate; nuovi raggi sonosi formati al lato mediano dei primi, sicchè il numero dei raggi è ora 9, l'ultimo tuttavia assai piccolo; i 5 primi si protendono in lacinie di lunghezza decrescente. Le pettorali hanno assunto la loro forma definitiva e non sono più pedicolate. La prima dorsale non ha subìto modificazioni rilevanti, però in questo esemplare ha 6 raggi, l'ultimo poco prolungato; la seconda dorsale è oramai staccata dalla codale, ma la sua parte posteriore più stretta serba ancora una struttura embrionale, mentre, andando in avanti, si veggono comparire, da prima semplicemente accennati, poi man mano più sviluppati e ruvidi, i raggi ossei definitivi (se ne contano circa 140), nella parte anteriore questi raggi sono ben distanti l'uno dall'altro, mentre più indietro sono assai stivati. La pinna preanale e l'anale sono ridotte ad angusti lembi membranosi, questa però è dilatata verso la sua estremità posteriore, ove si continua ancora col lobo inferiore della codale. In quest'ultima poi, gli otto raggi del lobo superiore hanno raggiunto maggiori dimensioni e cominciano a rivolgersi in su; nel lobo inferiore, tre raggi rudimentali sono seguiti da un raggio filamentoso assai lungo, sparso a regolari intervalli di cellule pigmentate nere; al disotto di questo viene un altro raggio filamentoso, ma meno lungo e più esile, indi un breve raggio spinoso.

Da questa forma è facile il passaggio al *T. Spinolae* (fig. 5); ho visto pure un esemplare intermedio. Il *T. Spinolae*, paragonato al pesce rappresentato nella fig. 4, ne differisce per la maggiore statura e la forma più larga e più compressa, specialmente nella regione codale, per la diversa figura delle pinne verticali. Difatti la prima dorsale (i cui 2 primi raggi sono incompleti nell'esemplare che ho visto) è relativamente molto più breve, con raggi meno sporgenti; la seconda dorsale è fatta come nella fig. 4 e la sua parte posteriore serba ancora la struttura embrionale con semplici raggi fibrillari, e poichè a partire da questo punto i raggi, a gradi insensibili, si

([1]) In questo esemplare, lungo 12 mm., la formazione della pinna codale è un pochino più avanzata, mentre le altre pinne, in giusta relazione con le dimensioni minori del pesce, sono meno sviluppate. — ([2]) Poco più giovane di questo è l'esemplare descritto e figurato dal Costa (l.c.) col nome di *T. filicauda*.

fanno più distinti e meglio sviluppati, torna difficile numerarli esattamente, come già acconciamente osservavano Cuvier e Valenciennes nella classica loro opera ([1]). La preanale è scomparsa; dell'anale resta, nell'esemplare in parola, appena un residuo. La codale si rizza a ventaglio, come in generale in tutti i Trachitteri adulti ([2]). Per questa sua posizione singolare, la pinna codale dei Trachitteri è stata dal Kner ([3]) considerata come una terza dorsale, ma, per quanto ho detto sopra del suo sviluppo da raggi inseriti al disotto della corda dorsale, è chiaro che siffatta pinna è una vera codale, omologa a quella degli altri teleostei o a parte di essa. Sotto il ventaglio codale veggonsi ancora 6 raggi rudimentali: il 4° prolungato in filamento, l'ultimo spinoso.

Da quanto ho detto fin qui risulta che, per giungere fino alla forma conosciuta sotto il nome di *T. Spinolae*, il nostro pesce ha dovuto andare soggetto a singolari metamorfosi, acquistare appendici speciali che poi ha perdute, passare per forme differenti di molto da quelle che saranno più tardi le sue; ma il *T. Spinolae* non può dirsi ancora un animale che abbia raggiunto il suo completo sviluppo, perchè i raggi della sua pinna dorsale non sono interamente formati e una parte di questa pinna ha tuttavia una struttura embrionale.

Sorge intanto spontanea la domanda, quale sia mai il significato di tanto svariati e fragili ornamenti, quistione alla quale, pel maggior numero di queste appendici, io non credo si possa dare adequata risposta; havvi però un organo il quale merita di fermare in ispecial modo l'attenzione; voglio dire il filamento codale di questi giovani Trachitteri. Tale filamento ritrovasi, in dimensioni molto maggiori, nello *Stylophorus chordatus* Shaw del mare delle Antille; perciò io propendo a considerare quest'appendice nei Trachitteri come un organo rudimentale, ereditato da antichi progenitori. Tutte queste lacinie e questi filamenti, sviluppati molto nei giovani, si vanno perdendo successivamente col crescere dell'animale, per gli attriti e per altre cause di distruzione, cui per la loro delicatezza vanno incontro ([4]).

Però, se il *T. Spinolae* è una forma ancora incompleta, quale sarà la sua forma definitiva? Due altre specie di *Trachypterus* differiscono dal *T. Spinolae* soltanto per le proporzioni del corpo; hanno comuni con esso la forma del capo, i raggi scabri delle pinne, l'armatura della linea laterale, i tubercoletti del margine ventrale: questi sono i *T. taenia* e *iris*. Nel primo, la lunghezza del corpo raggiunge 5-6 volte l'altezza, la seconda dorsale non ha più nessuna parte embrionale, ma i raggi posteriori sono tuttavia meno robusti e più stivati degli anteriori; nel secondo, la lunghezza del corpo è eguale a 9-10 volte l'altezza e i raggi della seconda dorsale sono appena di poco meno robusti verso l'estremo posteriore; il primo non raggiunge la lunghezza di 50 cm., mentre l'altro oltrepassa un metro (1,45, Museo di Palermo); le forme intermedie abbondano, tanto nelle dimensioni quanto nelle proporzioni del corpo. Altri caratteri che si potessero desumere dal numero dei raggi della pinna dorsale, come dalla distribuzione delle

([1]) Vol. X, p. 329. — ([2]) Non ho visto mai esemplare alcuno del genere *Trachypterus* il quale avesse la pinna codale diretta secondo il prolungamento dell'asse del corpo, come la faceva figurare O. Costa, nelle tavole della Fauna del regno di Napoli, per tutte le specie; secondo le mie informazioni, ancora il *T. repandus* ha la codale rialzata. Senza dubbio il Costa o il suo disegnatore avranno voluto correggere la natura, credendo avere innanzi a sè esemplari mostruosi. — ([3]) Wien. Sitzungsber. Math. Naturw. Cl., 1859, XXXIV p. 439. — ([4]) Molti pesci posseggono forse nella prima età appendici svariate, compatibili con la loro vita pelagica. Oltre le larve del Fierasfer e dei Macrouridi, di cui feci parola altrove, conosco alcuni altri minuti pesciolini non definiti, che offrono esempî di siffatti ornamenti.

macchie nere sulla superficie del corpo sono tutti fallaci e incostanti. E quando si consideri che lo sviluppo dei raggi dorsali continua per lungo tempo, non essendo ancora tutti formati quando il pesce ha già raggiunto vistose dimensioni (*T. Spinolae*), si comprenderà di leggieri come questo sviluppo possa andare incontro ad influenze capaci di modificarne il regolare progresso, facendo variare il numero dei raggi che la pinna dorsale avrà nell'animale adulto. La tabella annessa fa vedere come, mentre il numero dei raggi dorsali varia senza norma entro dati limiti, il rapporto fra la lunghezza totale e quella del capo o fra la lunghezza e l'altezza del pesce diviene a gradi minore, a misura che dai grandi esemplari si passa ai più piccoli, mentre aumenta invece il rapporto tra la lunghezza totale e la distanza dall'ano alla base della pinna codale. Quest'ultimo fatto dimostra che la porzione codale del pesce cresce più della porzione addominale, e ciò ben si poteva presupporre, considerando che, mentre nel *T. Spinolae* i raggi posteriori della dorsale sono esilissimi e stivati assai più degli anteriori, tal differenza diviene poco sensibile nel *T. taenia* e scomparisce affatto nel *T. iris*. Detta tabella ci presenta quindi una serie graduata di forme tra il *T. Spinolae* e gli esemplari più giganteschi del *T. iris*.

Tra tutte le forme qui noverate, in non so trovare nessun carattere distintivo di qualche valore, per la qual cosa non esito a considerare i

Trachypterus filicauda A. Costa
» *Spinolae* C. V.
» *taenia* Bl.
» *iris* Walb.

come quattro stadî successivi di sviluppo riferentesi ad una sola specie, la quale dovrà prendere il nome di *T. taenia* che è il più antico [1].

Sotto questo nome dovranno andar compresi tutti i Trachitteri che offrono i caratteri seguenti: pinne con raggi scabri; prima dorsale di 5-6 raggi, seconda dorsale di 130-180, negli esemplari sviluppati; codale di 8 raggi a ventaglio, più 5-6 raggi rudimentali al disotto di essi, l'ultimo spinoso (uno o due prolungati a filamento nei giovani); ventrali di 9 raggi (supposte intatte, ma sovente guaste o mancanti); linea laterale armata di scudetti aculeati; margine del ventre munito di tubercoletti verruciformi; cute argentea ornata in ciascun fianco di una serie di tre macchie nere o brune nella metà dorsale e di una macchia nella regione ventrale; queste macchie sono spesso però in parte o tutto mancanti, in ispecie la macchia ventrale (in un esemplare ho visto quattro macchie nella serie dorsale) pinne tutte rosee nell'animale fresco, senza macchie nere.

Molto affine al *T. taenia* è il *T. liopterus* C. V. (scritto per lo più con ortografia impropria *leiopterus*), il quale ne differisce quasi soltanto per i raggi delle sue pinne perfettamente lisci e senza scabrezze sensibili; di questo raro pesce mi son noti soltanto esemplari adulti, di 1 metro e più di lunghezza. Egli è probabile che questa specie venga soltanto di rado alla superficie del mare, forse nel tempo degli amori, ed allora si abbia occasione di vederla qualche volta verso le nostre spiaggie. Ho raccolto notizie intorno a tre esemplari inediti di questo pesce, uno dei quali ho potuto esaminare io stesso nella collezione della Stazione zoologica (due altri

[1] Per ulteriori indicazioni di sinonimia si riscontri il Günther, *Catalogue of fishes*, III p. 300-303.

trovansi nel Museo di Firenze); non mi son note forme intermedie tra questa specie e il *T. taenia* ([1]). Come il *T. taenia*, il *T. liopterus* varia molto in quanto al numero dei raggi della pinna dorsale.

Tuttavia problematica mi pare un' altra specie, il *T. Rüppelii* descritto dal Günther ([2]) sopra un esemplare unico del Museo britannico e diverso dal *T. liopterus* pel margine ventrale che non ha tubercoletti sporgenti.

Il *T. gryphurus* Lowe ([3]) di Madera sembra ben distinto per la linea laterale inerme.

Infine nel Pacifico vive il *T. altivelis* Kner ([4]) pescato sulle coste del Chilì, il quale, se la descrizione e la figura originali non sono fallaci, differirebbe da tutti i congeneri, non soltanto per l'altezza maggiore della sua dorsale a raggi ruvidi, ma ancora per i raggi della codale ramosi e al numero di 6 soli. Il *Weychardti* Philippi ([5]) ha probabilmente col *T. altivelis* gli stessi rapporti come il *T. Spinolae* col *T. taenia*.

Il *T. arcticus* Brünn differisce tanto dagli altri che non potrebbe mai essere confuso con alcuno di essi.

II. Intorno al genere *Krohnius* Cocco.

In una Memoria pubblicata l'anno scorso ([6]) ho descritto, sopra un piccolissimo esemplare, una nuova forma di *Krohnius* (ne riproduco qui il contorno nella fig. 8), la quale, per la forma del capo, offriva una grande rassomiglianza col genere *Macrourus*; io cercava pure di dimostrare che questo pesciolino dovesse appartenere come larva al *M. trachyrhynchus* e non potesse essere stadio più giovane del *Krohnius filamentosus* Cocco.

Oggi mi trovo in possesso di due piccoli esemplari del *K. filamentosus* (fig. 7) di statura poco superiore a quella dell'altra forma, ma ben diversi per l'aspetto generale e per la configurazione del capo, nonchè per le pinne ventrali lunghissime biforcute ([7]).

Io avea creduto altra volta che il *K. filamentosus* potesse essere larva del *Macrourus coelorhynchus*. Però, mentre nel genere *Macrourus* la rima boccale è inferiore e la mandibola abbracciata dai premascellari, ed è così ancora nel pesciolino della fig. 8, invece, nel *K. filamentosus*, la rima boccale è laterale e la mandibola sporgente; per tali caratteri, quest'ultimo sembrami doversi riguardare piuttosto come la larva di un *Coryphaenoides* o forse di un *Malacocephalus*, pesci che abitano in grandissima profondità e forse perciò sono rimasti finora sconosciuti nel Mediterraneo ([8]). I caratteri del genere *Malacocephalus*, per quanto appare dalle descrizioni, sono tali da dimostrare molta affinità tra questo genere e il *K. filamentosus*.

Comunque siasi, io credo che, se potranno modificarsi ancora le opinioni intorno ai pesci ai quali riferire come larve i nostri *Krohnius*, non è dubbio che essi appartengono a specie della famiglia dei Macrouridi.

([1]) Il prof. *Doderlein* mi scrive però che nei più grossi *T. iris* del Museo di Palermo i raggi dorsali sono un po' meno scabri anzichè negli esemplari minori. — ([2]) L. c. p. 304. — ([3]) Günther l. c. p. 301. — ([4]) Wien. Sitzungsber, 1859, XXXIV p. 437 tav. 1. — ([5]) Wiegm. Archiv f. Naturg. XL, 1874 p. 117 tav. III. — ([6]) Note ittiologiche: Atti della Società italiana di Scienze nat. Milano 1878. — ([7]) Questi pesciolini sono stati pescati a Napoli nella primavera del 1878. — ([8]) Recentemente le draghe del Challenger hanno recato su gran copia di nuove specie di Macrouridi, particolarmente del genere *Coryphaenoides*, tutte abitatrici di alti fondi. Egli è probabile che una esplorazione degli abissi del Mediterraneo ne porterebbe alla luce qualcuna e forse potrebbe far conoscere la forma adulta del *Krohnius filamentosus*. Il prof. Giglioli mi disse poi una volta aver veduto un *Coryphaenoides* pescato nei nostri mari.

Alcune tra le specie pescate nella spedizione del Challenger e descritte dal Günther [1] portano tuttavia residui delle appendici del *Krohnius*: così i *Macrourus holotrachys* e *fasciatus* e il *Coryphaenoides rudis* hanno il primo raggio ventrale prolungato in un filamento più o meno lungo. La coda di parecchi *Coryphaenoides* si produce in consimile filamento, che nel *C. filicauda* raggiunge più ragguardevole lunghezza.

Specchietto di cifre relative a 23 esemplari del Trachypterus taenia.

N.B. Sono compresi in questa tabella tutti gli esemplari in cui la pinna codale ha raggiunto direzione e forma definitive. Ove non è detto il contrario, gli animali si suppongono conservati in alcool.

Lunghezza totale degli esemplari	Rapporto tra la lunghezza totale e quella del capo.	Rapporto tra la lunghezza e l'altezza.	Rapporto tra la lunghezza totale e la distanza tra l'ano e la base della codale	Numero dei raggi della pinna dorsale.	Osservazioni
1,m410	9	9 1/2	—	I 5-6 II 164	Museo di Palermo, montati a secco.
1, 120	8 2/3	8	—	» 5-6 » 165	
0, 900	10 1/2	9	—	» 5-6 » 179	Museo di Palermo.
0, 750	9 1/3	7 1/2	—	» 5-6 » 159?	id. Scheletro
0, 750	—	—	1 2/3	» 4 » 165	Mus. di Cagliari; esemplare male conservato col capo schiacciato.
0, 630	10	7 1/3	1 3/4	» ? » ?	Museo di Firenze N. 475.
0, 580	9 2/3	7 1/4	—	» 5-6 » 165	Museo di Palermo.
0, 580	9 2/3	7 1/4	—	» 5-6 » 164	
0, 490	8	7 1/2	2	» ? » ?	Museo di Firenze N. 233.
0, 450	10	7 1/2	2	» 5 » 145?	Museo di Cagliari.
0, 370	8 1/2	5 1/3	—	» 5-6 » 170	Museo di Palermo.
0, 360	6 3/4	6	2	» 5 » 165	Stazione Zoologica.
0, 270	6 3/4	5 1/3	2 1/4	» 5 » 160?	Museo di Cagliari.
0, 245	6	5	2 1/5	» 5 » 170	
0, 240	6	4 4/5	2 1/2	» ? » 130	Museo di Firenze N. 981.
0, 230	6	4 3/5	—	» 5-6 » 164	Museo di Palermo.
0, 230	6 2/3	5 1/5	1 3/4	» 5 » 163	Mus. di Cagliari; esemplare in alcuni punti anomalo con codale guasta e con quattro macchie nere nella serie dorsale.
0, 220	5 3/4	4 4/5	2 1/4	176	Museo di Strasburgo.
0, 150	6	4 1/4	—	I 5 6 II 163	Museo di Palermo.
0, 150	5	4	2 3/4	158	Museo di Strasburgo.
0, 144	5	4 1/4	2 2/3	158?	
0, 095	4 1/3	3 1/2	3 1/6	I 6 II 154	Stazione Zoologica.
0, 070	—	4 2/3	—	» 5 » ?	Museo di Palermo.

[1] Ann. and Mag. of Nat. Hist. 5a Ser. II. 1878 p. 24 e seg.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1. Larva di *Trachypterus* lunga 3 mm. ingrandita.
» 2. » » » 6 » »
» 3. *Trachypterus taenia* (*filicauda*) lungo 16 mm. »
» 4. » » » » 32 » »
» 5. » » (*Spinolae*) grandezza naturale.
» 6. Estremità codale di un giovane *Trachypterus* dello stadio rappresentato nella fig. 3. Ingrand. 22: 1.
» 7. *Krohnius filamentosus* (larva di *Coryphaenoides?*) lungo 7 mm.
» 8. *Krohnius* (larva di *Macrourus*) lungo 6 mm.

Fig. 1.

Fig. 2.

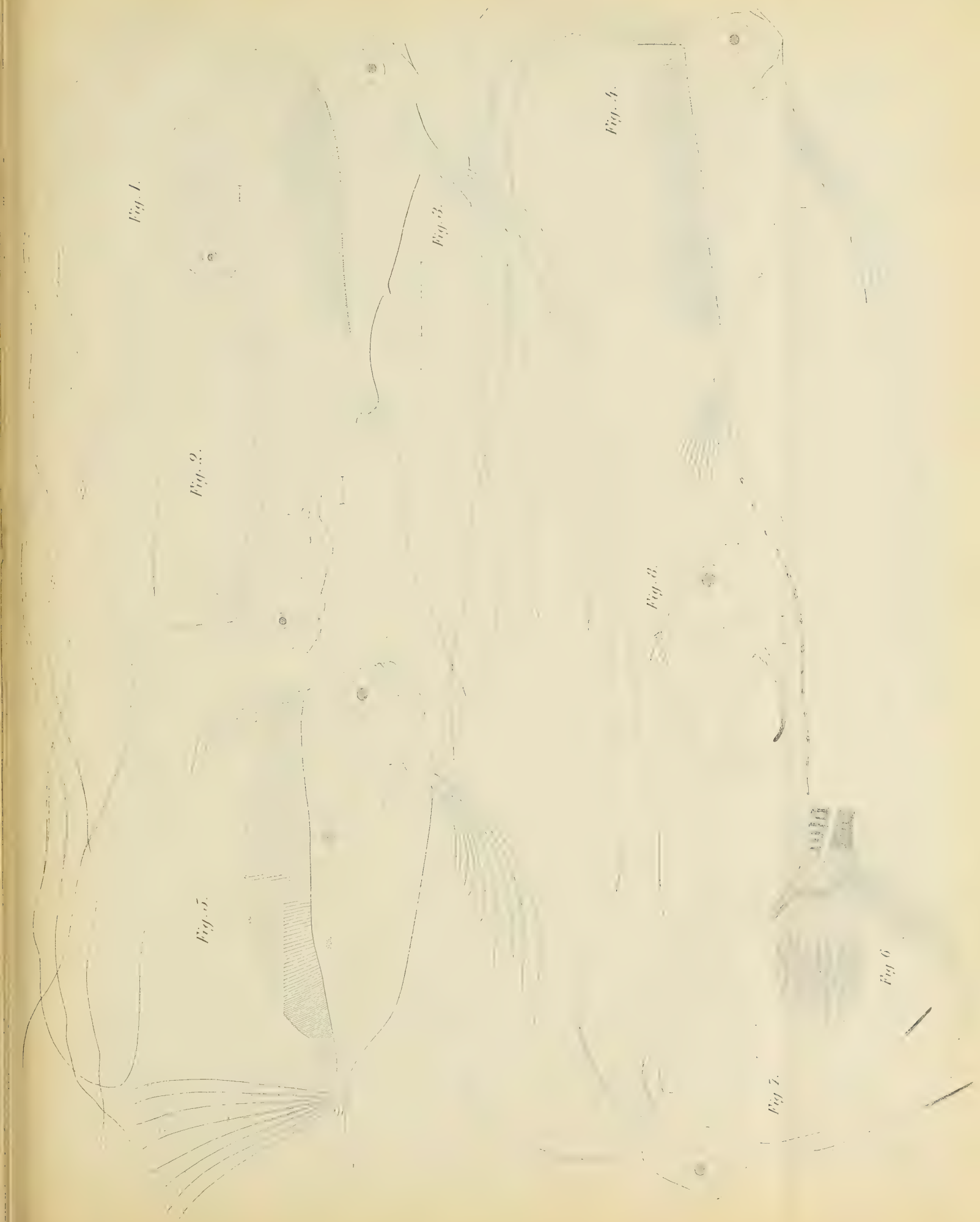
Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Tre embrioni di pulcino in un blastoderma unico.
Nota del Socio A. MORIGGIA
letta nella seduta del 2 marzo 1879.

Facendo nell'autunno ultimo passato alcuni preparati d'embrioni di pulcino, la stufa d'incubazione ebbe a fornirmene uno, in cui con mia grande sorpresa ebbi ad ammirare 3 embrioni in un blastoderma unico: il caso mi parve tanto raro (1) ed istruttivo, che credetti opera non del tutto perduta, farne soggetto di comunicazione all'Accademia.

L'uovo di gallina, fresco, era stato messo ad incubare nella stufa da 76 ore: apertolo, a prima vista mi parve trattarsi d'un embrione alterato, tanto era deformata l'area trasparente, e tanto larga ed irregolare la region centrale di essa occupata dall'embrione.

Staccato il blastoderma dal tuorlo, e messolo al microscopio, tosto mi accorsi trattarsi della presenza di tre embrioni in unico blastoderma: era un magnifico spettacolo vedere tre cuori battere in un'area tanto ristretta: i cuori erano bene sviluppati, molto sporgenti dagli embrioni (2), energico e regolare n'era il battito: con stimoli variati (meccanici e termici) ho potuto farli lavorare per più di mezz'ora: fattisi da ultimo più rari i battiti, allora più specialmente apparve che essi non erano perfettamente sincroni, ma che ciascun cuore pulsava con una certa indipendenza dagli altri (3).

(1) Per quanto abbia cercato, trovai fatto cenno di 3 embrioni distinti (di pulcino) sviluppati sopra un unico rosso d'uovo, soltanto in Dareste, *Recherches sur la production artificielle des monstruosités*, Paris 1877, pag. 294: esso n'ebbe due casi in diecimila uovi aperti, di cui uno solo con blastoderma unico, ed io uno su 150 uovi aperti.

(2) Nella figura annessa a questa Memoria, delineata per gentilezza dal mio caro e distinto ex-discepolo, ed ora dott. e prof. Bagnis, pur troppo le diverse parti e specialmente le vescicole cerebrali ed optiche, nonchè i cuori non appaiono più ben distinte, anzi avvenne pure l'accompagnamento di qualche guasto materiale (divaricazione di parti ecc.) a cagione che il disegno si ritrasse tardi, dopo diversi maneggi, che il blastoderma ha dovuto subíre e rapidamente (indurimento, colorazione, ecc.), per poter conservare i tenerissimi embrioni almeno in qualcuno de' loro principali delineamenti. Mi piace però aggiungere, che l'embrione segnato col n. 2° si offre nel preparato più allungato di quanto stia designato, da riuscire più lungo del 3°, ma qualche poco meno del 1°. Le lettere *a*, *b*, *c*, segnano la parte principale dei 3 cuori, i quali si mostrarono veramente tanto allungati e larghi da portarsi assai lungi anche dagli embrioni e venire ad inframmettersi come cunei pulsanti tra gli estremi rispettivi cefalici degli embrioni.

Il n. 4° segna la larghezza naturale e la configurazione dell'area trasparente e vascolare del blastoderma unico.

(3) Dareste ebbe ad osservare fatto consimile in un pulcino mostruoso con 2 cuori: di essi l'uno battea con doppia frequenza dell'altro, oper cit. pag. 172.

L'area [1] vascolare col suo seno terminale non era nè più ricca nè, ad occhio, più grande, che in embrione unico della medesima età esaminato per confronto: il rapporto dei vasi nell'unica circolazione vitellina coi diversi cuori, non mi riuscì decifrarlo bene [2]. L'uno degli embrioni, come si vede dalla preparazione, che ho presentato all'Accademia, è molto più sviluppato che gli altri due, e più armonico nella proporzione delle varie sue parti costitutive: gli altri due sono pure sviluppati come il primo, per quanto concerne la parte superiore o cefalica, ma molto meno per quanto riguarda la loro parte inferiore: le protoverbre vi sono meno distinte, e minori di numero: una buona porzione dell'estremo, che diremo caudale, nelle sue parti appare [3] confuso, addietrato di sviluppo, per cui i due embrioni appaiono assai più brevi del 1° ed il 3° ancora più corto e meno sviluppato del 2°; anche il maggiore dei 3 fratelli si trova essere meno avanzato in isviluppo rispettivamente ad embrione unico della medesima età; come si vede nell'esemplare di confronto, che ho presentato all'Accademia.

Nel preparato fresco trovai le varie vescicole cefaliche e loro dipendenze abbastanza normalmente costituite in tutte e tre gli embrioni, avuto riguardo al periodo di loro incubazione: riuscii a vedere due fessure faringee per ciascuno: le vescicole auditive in tutti e tre apparivano assai ben sviluppate e distinte.

Gli embrioni convergono colle loro parti cefaliche al centro dell'area trasparente, tenendosi però ancora distintissime, l'una dall'altra, ma col rimanente dei loro corpi si mostrano assai divergenti, a modo quasi di 3 raggi partenti da un centro, ma assai lontani gli uni dagli altri, e specialmente l'embrione maggiore dai due minori [4].

L'uovo, che ha fornito i tre embrioni non si presentava più grosso della media ordinaria, nè più voluminoso era il tuorlo, e neppure offriva traccie di bipartizione.

Come invece di uno stieno tre embrioni nel blastoderma, non è facile il dirlo: certo qui non si tratta di tre cicatricole e consecutivi blastodermi, che distinti dapprima tra loro, si siano dappoi fusi in uno; il periodo d'iniziale sviluppo, in cui s'ebbe la fortuna di vedere la triade embrionale, le dimensioni, l'aspetto del blastoderma, la quasi confluenza delle parti cefaliche con tutte l'altre riflessioni, non permettono di affermare che la presenza di un blastoderma unico.

Dipenderà il fatto dalla presenza di più vescicole o macchie germinative? Io inclino a crederlo, quantunque l'officio delle suddette parti non sia per anco abbastanza conosciuto nelle fasi embriogeniche: certo vi furono 3 centri distinti di

[1] Il diametro complessivo dell'area trasparente e vascolare si può calcolare presso a poco a 16 millimetri.

[2] Pur troppo e da questo e da altri lati non ho potuto ritrarre dall'osservazione tutti quei vantaggi che cessata la sorpresa del caso, mi sono accorto si sarebbe potuto, ma che più non era permesso col preparato non più fresco.

[3] L'embrione maggiore misura in lunghezza circa 5 millimetri. Le parti più sviluppate erano anche più resistenti ai maneggi della preparazione, mentre le parti caudali dei due embrioni minori con facilità si guastavano.

[4] Mi pare degno da notarsi lo sviluppo accentuato delle parti cefaliche aventi il loro punto di partenza da verso il centro dell'area trasparente: ciò si osservò pure da Dareste come è ritratto nella figura relativa (libro citato, Pl. XIV).

formazione in unica cicatricola. Avrà in questo fatto la sua influenza anche l' elemento maschile? Senza abbracciare da questo lato perfettamente l'opinione di Dareste mi piace almeno riportarla: *pour ma part, je suis disposé à croire que la condition qui détermine l'apparition de deux foyers de production embryonnaire dans une cicatricule unique appartient tantôt à l'élément mâle, et tantôt à l'élément femelle de la génération* (op. cit. pag. 308). Quale sarebbe stata la sorte futura dei tre embrioni? La risposta è tutt'altro che facile.

Però pensando alla comunanza del circolo sanguigno, alla ristrettezza dell'area, in cui stanno collocati, alla relativa scarsità della provvigione alimentaria, alla quasi confluenza delle parti loro cefaliche, non sarebbe del tutto fuor di proposito il lasciarsi andare a credere alla probabile morte di tutti e tre, o che crescendo l'atrofia dei due embrioni minori, e prevalendo lo sviluppo del primo, questo solo integro fosse pervenuto alla luce, o che tra di loro fondendosi secondo il vario modo di svilupparsi, flettersi, o rivoltarsi, ne fosse finalmente sorta una mostruosità composta, rimanendo i due embrioni più piccoli ed atrofici come appendici e preda del più potente, sorte comune dei più deboli: certo i due minori non sarebbero pervenuti alla luce come individualità integre e distinte.

Nel caso presente la probabile futura mostruosità non sarebbe stata da ripetersi, che da primitiva moltiplicità embrionale [1]: con ciò io non intendo di discutere la gravissima quistione dell'origine dei mostri doppi e delle mostruosità in genere, che talora potrà avere il suo riscontro in un soprappiù di forza generativa embriogenica, tal'altra in una divisione primigenia di unico embrione, della qual possibilità ancora ultimamente ce n'ha offerto un assai interessante esempio Oellacher [2].

In tre altri uovi incubati da 25 a 35 ore, mi venne fatto di rilevare unicità di tuorlo con due distinti e ben sviluppati blastodermi, riferentisi a due distinte cicatricole del medesimo uovo: uno dei blastodermi era vicino al capo ottuso dell'ovo ed esso era sempre meno sviluppato dell'altro collocato verso la parte media del tuorlo scoperto, come ebbero con me ad osservare i colleghi Battistini e Maggioli. La zona che separava i due blastodermi era abbastanza larga, con tutto ciò, nell'ulteriore sviluppo il loro incontro, e la loro fusione più o meno estesa sarebbe stata certa, colla conseguenza di mostruosità o di gemellità, o di morte di tutte e due, o del meno sviluppato, le quali 3 ultime evenienze si verificarono tanto sovente nelle sperienze di Panum, con uovi però a 2 tuorli.

Ebbi pure ad osservare ed ancora conservo un uovo di gallina, grande come due ordinarî, con due tuorli grossi, uguali, involti ciascuno da buona dose di albume:

(1) Adottando il linguaggio tenuto dall'egregio prof. Cesare Taruffi in un recente e molto istruttivo suo opuscolo, intitolato, *Dottrine sulla formazione dei mostri doppi*, Bologna 1878, pag. 10 e 13, si potrebbe chiamare *triplogenesi univitellina*.

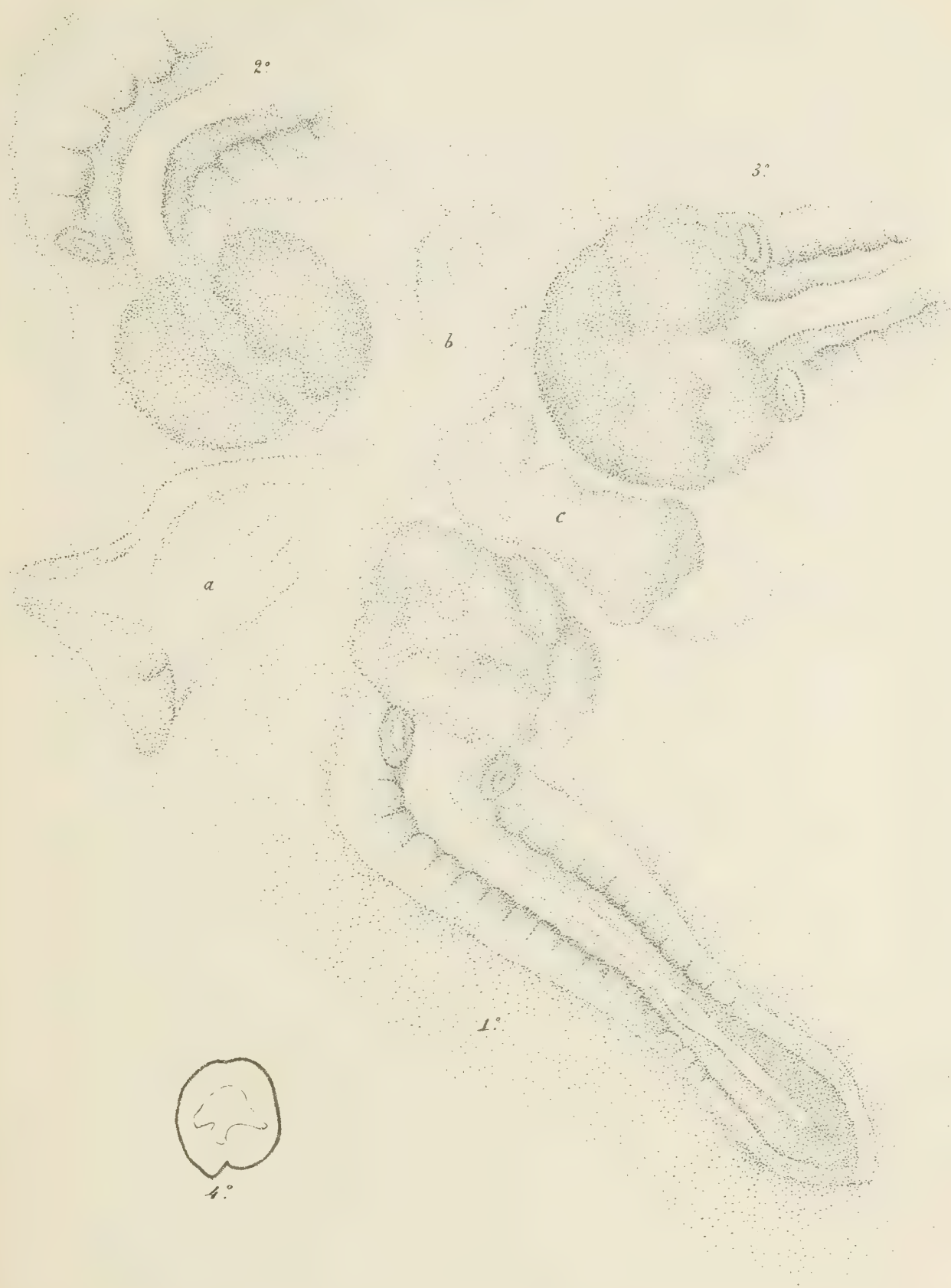
(2) Il caso descritto da Oellacher (*Separatabdruck aus den Berichten des naturw— med. Vereins— Innsbrück* — Bd.IV), concerne una moltidivisione (per un certo tratto) del midollo spinale in un embrione di pulcino del 4° giorno, senza che nel rimanente l'embrione offrisse nulla di particolare: l'intiero midollo avea le dimensioni ordinarie, ma si presentava scavato all'interno nel suo spessore da 5 canali midollari distinti, di cui il centrale più largo, locchè esso si spiega da ripetuta ripiegatura primitiva su se stesso del solco neurale, con rispettive chiusure distinte.

ciascun tuorlo portava un distinto e regolare blastoderma (40 ore d'incubazione), nel qual caso la distanza dei blastodermi e la copia del tuorlo avrebbe permesso con ogni probabilità lo sviluppo regolare di due distinti pulcini.

In un uovo fresco incubato da 3 giorni trovai il capo centrale (vitellino) di una calaza assai rosso: la parte rossa era composta da emazie ben conservate e da diversi corpi grandi come 15 a 20 emazie, irregolari composti da tanti corpuscoli grigio-brunastri più piccoli di emazie, si sarebbero dette una congerie di emazie in passaggio a pigmento.

Finalmente ebbi ad aprire 3 uovi (i più centrali e superficiali nel cesto), dopo 75 ore d'incubazione sotto la chioccia: uno di questi offriva il guscio schiacciato (nel capo ottuso) per circa $\frac{1}{7}$ dell'intiera superficie, senza però che mancasse alcun pezzo del guscio medesimo. In seguito a misure si rilevò che l'embrione di quest'uovo offriva molta maggiore dimensione [1], rispettivamente agli altri due embrioni a guscio intatto. Qual parte vi avrà avuto nel 1° uovo la scossa dello schiacciamento, l'evaporazione più spinta, lo scambio gazoso più facile?

[1] L'intiera area opaca misurata in posto era larga 31 mill. e negli altri due uovi solo 25; il 1° embrione offriva in lunghezza 9 mill. e 7 gli altri due.

Bagnis delineò. Lit. Bruno e Salomone. Roma

Nuove ricerche del boro e del vanadio.

Nota del prof. E. BECHI

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia

nella seduta del 15 giugno 1879.

Se novamente vengo a parlare del boro, non dubito punto che tal soggetto possa recar disgusto all' illustre Accademia de' Lincei, quantunque ne abbia tenuto più volte ragionamento; perciocchè intendo di far conoscere con questa mia scrittura come il boro si trovi in alcuni corpi, dove nessuno fin qui ne aveva supposta l'esistenza.

Il riconoscere piccolissime quantità di boro sciolto in grandi masse di liquido, oppure sparso nelle rocce, e specialmente il determinarne la dose, mi riuscì di grande difficoltà, essendo un corpo, il quale, com' è ben noto, non forma composti affatto insolubili, e facilmente sfuma via quando si devono spesseggiare l'evaporazioni dei liquidi dov'è disciolto.

Ma in virtù del metodo da me immaginato di fare un soffione artificiale, ho avuto agio di poterlo estrarre da moltissimi corpi, comecchè formati di svariatissime sostanze, dai quali non m'era riuscito con qualsiasi altro modo di poterlo cavare. Oltre a ciò debbo aggiungere, che quantunque il metodo per riconoscere il boro, indicato dal sig. Dieulafait nella sua importante Memoria, *Sull'acido borico*, mi abbia in molti casi giovato, tuttavia la verità si è, che la colorazione la quale prende la carta di curcuma con l'acido borico, l' ho trovata squisitamente gelosa, e m'è riuscita meravigliosamente bene per disvelarne minime quantità, checchè ne abbiano detto in contrario alcuni scrittori. Ma perchè la reazione riesca bene, debbo avvertire che io uso queste diligenze, le quali credo di somma importanza: sciolgo la materia, dove ho concentrato le piccole dosi di acido borico, in acido cloridrico fortissimo; e mi servo di questo liquido per bagnare la carta di curcuma, la quale occorre che sia ben preparata. Non bisogna riscaldare punto essa carta, riuscendo assai meglio il lasciarla alla temperatura ordinaria sopra una lastra di vetro. Dopo poco tempo, in virtù dell'acido borico, la carta dà fuori un rosso così bello e vivace che agguaglia il cremisi, il quale, se reggesse, sarebbe stimabilissimo: di modo che sembrami così schietto e squisito tal colore, da non potersi confondere e torsi in cambio con la colorazione fatta sulla curcuma da qualsiasi altra sostanza. È però vero che il color cremisino è più vivamente acceso, ovvero più sbattimentato di rosso languido e sbiadato, secondo la quantità di acido borico. Ed appunto mi son valso di tal particolarità per determinarne anche la dose; giacchè paragonando il colore ottenuto dai corpi saggiati, con quello che davano fuori diverse soluzioni, nelle quali già conoscevo la quantità di acido borico che contenevano, ho potuto con molta approssimazione determinarne la

quantità. Chi ha preso un poco di sapore in tali saggi può facilmente giudicare un milionesimo di milligrammo di acido borico in un centimetro cubico di liquido.

Perchè intanto non nasca incertezza nella mente di chicchessia, e prenda animo a dubbiare rispetto all'esattezza dei risultamenti che io son per descrivere, dirò ch'io saggiai a parte, sottilmente e con particolare diligenza, l'acqua stillata, l'acido cloridrico, la soda, le cassule stesse di porcellana, di cui mi servii nell'esperienze, ed usai sempre sostanze purissime: onde nè dai liquidi, nè dai reagenti, nè dai vasi, posso avere accattato acido borico.

Dirò dunque ch'io presi ad esaminare più sottilmente la marna calcaria della miniera di Montecatini, a fine di conoscere la natura della materia che la rendeva bituminosa: imperciocchè ho per probabile che il gasse tonante, che in qualche caso s'è formato nella miniera, movesse per appunto dalla scomposizione di sì fatta marna. Ma con le distillazioni non potei raccorre alcuna materia bituminosa; e solo ne potei avere un pocolino, sottoponendo la marna al vapore del soffione artificiale. Tal materia bituminosa era un vero idrogeno carbonato liquido, di cui darò maggiori ragguagli in altra congiuntura.

L'acqua, dov'era passato il vapore, rimaneva con un odorino bituminoso, che qualche volta ho sentito in quella dei lagoni naturali: il perchè mi do a credere, che in tal caso il soffione debba passare da qualche strato di calcario bituminoso. Comunque sia, la cosa più importante si era, che la marna conteneva buona dose di boro, da agguagliare oltre la metà di quello trovato nella *losima serpentinosa* più ricca. Di fatti potei facilmente trasformarlo in fluoboruro di potassio; e da 6 chilogrammi di roccia ricavai gr. 0,960 di fluoboruro di potassio, che corrisponde a circa 4,5 per ogni 100000 parti di marna. Mi detti premura di ricercare, se anche l'alberese della stessa miniera conteneva boro: onde, sottoposto questo calcario alle medesime operazioni, viddi ch'esso pure ne conteneva; e mediante la carta di curcuma valutai che la proporzione di acido borico, contenuta in mille grammi di tal calcario, dovesse essere di 40 milligrammi. Allora ebbi vaghezza di conoscere, se il boro era contenuto in altri calcari, e prima di tutto esaminai il marmo bianco di Carrara; dal quale cavai una quantità di acido borico che ragguagliava a $^1/_{100000}$. Oltre il marmo saggiai altri calcari, tanto saccaroidi, quanto compatti, delle Alpi apuane e delle vicinanze della Spezia, i quali contenevano essi pure acido borico, che rispetto alla quantità, giudicai avvicinarsi a quella del marmo bianco.

Intanto per non dilungarmi a narrare per minuto tutti i tentativi fatti per iscoprire il boro, dirò che lo trovai nell'alberese di Rignano, dell'Antella, del Monte alle Croci presso Firenze; nel così detto calcario colombino, in molti travertini, ed anche nell'arenaria di Fiesole. Però la quantità era assai piccola; giacchè, tenuto conto della massa di calcario che ho dovuto cimentare, stimerei che dovesse giungere a mala pena a $^1/_{500000}$.

Nella roccia basaltica, la quale si usa per lastricare le strade di Roma, trovai boro; ma in maggior dose, poichè, stando alle mie esperienze, agguagliava a quella che si trova nel marmo. Trovai pure boro in alcune lave dell'Etna, e in alcune trachiti di Toscana. Nessuna però delle rocce saggiate raggiungeva la dose del boro, contenuto nella losima serpentina di Montecatini.

Intanto mi do a credere, se non isbaglio, che le acque di quegli antichi mari, ne' quali si depositarono i calcari, contenessero boro; onde se ne precipitò, come per appunto avviene presentemente ne' travertini, e nel carbonato calcario che sotto forma di sottilissimo velo si separa dalle acque minerali delle Terme di Montecatini. Sembra però che le rocce calcarie l'abbiano ritenuto anche nella loro trasformazione o metamorfosi, come vedesi nei marmi ed in altre rocce simili.

Rivolsi le mie ricerche su le acque dei pozzi di Firenze; giacchè supponevo che le acque, le quali passano da quelle rocce che contengono boro, ne dovessero sciogliere qualche porzione. Infatti non m' ingannai; e mercè l'evaporazione fatta con molta cautela di 30 litri di acqua, resa leggermente alcalina, potei facilmente riconoscere l'acido borico in esse acque. Volli allora tentare, se anche le celebri sorgenti saline e termali di Montecatini di Val di Nievole contenevano boro. Tali acque hanno una temperatura di 27°,6, e contengono per ogni litro grammi 22,5 di materie saline, delle quali 18,545 sono costituite da cloruro di sodio. Tolsi per appunto ad esaminare quelle dell'abbondantissima sorgente della Terma Leopoldina, le quali hanno temperie e composizione nel modo già detto; e feci evaporare di essa acqua adagio adagio 25 litri, fino a ridurla a 11 centimetri cubici di acqua madre. Ogni mezza goccia mi dava alla carta di curcuma una reazione di boro, che potevo ragguagliare a $^1/_{100}$ di milligrammo; e la *pipetta*, di cui feci uso, teneva 32 gocce per ogni centimetro cubico: onde si può dire, che da 25 litri ho avuto milligrammi 7,04 di boro, e che in ogni metro cubo c'è gr. 0,2816 di boro, che ragguaglia a gr. 0,8959 di acido borico, il quale corrisponderebbe a gr. 1,292 di borace anidro. Però credo che il boro non sia tutto; giacchè ogni litro di acqua contiene gr. 0,564 di carbonato di calcio, il quale depositandosi a mano a mano che sfuma via l'anidride carbonica, resta combinato col calcario un po' di acido borico: onde si trova boro nel travertino, e nel carbonato di calcio che in forma di sottil velo va separandosi via via dall'acqua. Nella miniera di Montecatini la più parte delle acque di scolo sono dolci; ma alla profondità, che corrisponde al settimo piano, fu trovato uno stillicidio di acqua minerale, la quale è molto ricca di sali di magnesia. Scaturisce dalla serpentina; ed il mio amico, sig. ingegnere A. Schneider, ha credenza che quest'acqua, prima di apparire nella galleria, abbia percorso il calcario bituminoso, che sta a contatto della serpentina; giacchè spessissimo essa acqua è accompagnata da gasse infiammabile, come per appunto suol formarsi dalla roccia marnosa. Tale acqua, evaporata, e l'acqua madre saggiata per riconoscere se conteneva boro, viddi che ne aveva pochissimo. La qual cosa mi sembrò molto singolare; poichè l'acqua dolce, la quale, alla profondità del quinto piano, scaturisce tra il gabbro rosso e il filone di losima serpentina, avendola evaporata e saggiata nel medesimo modo, conteneva $^1/_{35000}$ di acido borico.

Finalmente presi le ceneri delle piante, che crescono in quei terreni, dove avevo incontrato boro; e ne feci lisciva, la quale quasi saturai con acido cloridrico, lasciandola a mala pena alcalina. Quindi coll'evaporazione separai la più parte dei sali; e l'acqua madre misurata e seccata a parte, la sottoposi al saggio già indicato con la carta di curcuma. Per la qual cosa giudicai che la dose dell'acido borico agguagliava $^1/_{30000}$ del peso della cenere. Dirò in fine che qualche indizio di boro l'ottenni

pure cimentando buona quantità di albumina, che proveniva da sangue di bestie vaccine: ma di ciò meglio ne potrò discorrere, dopo finiti altri sperimenti.

Intanto io faceva questa considerazione. È noto come le acque, mandate fredde nei lagoni, in brevissimo tempo acquistano temperatura assai elevata, mercè il caldo vapore dei soffioni che le fa gorgogliare: ed è noto pure che le acque dei lagoni, come prima son riscaldate, ben poco acido borico possono fermare. Di modo che si può dire francamente che la più parte dell'acido borico dei soffioni sfuma via nell'aria. Se si aggiunge ancora tutto quello che si volatizza coll'evaporazione dell'acqua dei lagoni nelle caldaie, vedremo che soltanto dai soffioni della Toscana, grande è la quantità di acido borico, il quale giornalmente si spande nell'aria. Mi venne dunque in pensiero di cercare, se nell'aria si trovava acido borico: ma in vece di cercarlo direttamente, pensai di valermi delle acque meteoriche, sapendo come sieno attissime a portar seco, ed a concentrare in certo modo, minime quantità di sostanze disperse nell'aria, le quali difficilmente si potrebbero in altra guisa raccorre. Infatti il sig. Boussingault diceva: « Ho più volte espresso questa opinione, che l'esame delle meteore acquee condurrà alla cognizione di certi principî, i quali l'atmosfera non contiene altro che in proporzioni infinitamente piccole ». Ed aggiungeva: « Ho fatto conoscere che la pioggia, specialmente sul principio, porta seco sostanze, che si tenterebbe invano di determinare con l'analisi diretta ».

L'acqua piovana che presi a saggiare, proveniva da un tetto, il quale era stato rilavato da abbondantissime pioggie; non avendo potuto giovarmi un grandissimo pluviometro, che avevo fatto costruire negli anni passati. Dirò dunque che in dieci litri di acqua, purchè evaporata con cautela e resa a mala pena alcalina, si può riconoscere il boro in modo chiaro lampante.

Debbo aggiungere ancora, che nei calcari argillosi, negli schisti galestrini, nelle arenarie, e finalmente nella cenere delle piante, venute specialmente nei terreni argillosi, ci ho trovato il vanadio. M'è riuscito facile il riconoscerlo, precipitando il vanadio, senza alcuna traccia di ferro, in istato di solfovanadato di ammoniaca. Operando così, non mi sembra di essere incappato in errore, anche quando si trattava di piccolissime dosi di vanadio; giacchè in qualsisia caso ho sempre avuto il colore verde smagliante, che prende il sal di fosforo, tanto alla fiamma ossidante, quanto a quella di riduzione del cannello ferruminatorio. Di modo che ne conchiudo che il boro e il vanadio sono sparsi abbondantemente in natura, assai più di quello che si credeva. Onde tali fatti, spero, rassicureranno quei paurosi, che tenevano essere il boro tra le sostanze nocive, e non si scandolezzeranno più al sentire che i composti del boro sono giornalmente ingeriti, e forman parte anche dei vegetali.

Studî geologici sulle Alpi Graje settentrionali.

Memoria del prof. M. BARETTI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 6 aprile 1879.

INTRODUZIONE

Connessione con precedente lavoro. — Negli ultimi giorni dell'anno 1876 noi presentavamo, sotto il patronato dell'illustre geologo Quintino Sella, dell'egregio e compianto geologo Bartolomeo Gastaldi, e del distinto mineralogo Giovanni Strüver, un lavoro intitolato: *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso;* detto lavoro ebbe la ventura e l'onore di essere inserto nelle Memorie della Reale Accademia de' Lincei di Roma.

Rilevamento geologico negli anni 1877, 1878. — Gli studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso riassumevano tutte le osservazioni che noi avevamo raccolto nelle Alpi Graie orientali nei lavori di rilevamento geologico cominciati nel 1866 e terminati nel 1875. Negli anni consecutivi, eccezion fatta pel 1876, i lavori di rilevamento geologico procedettero alacremente sul versante italiano delle Alpi Graie settentrionali, grazie specialmente ai sussidî generosamente concessi a questa malagevole e lunga opera dal Consiglio Provinciale di Torino. Durante le campagne geologiche degli anni 1877 e 1878 la coloritura geologica della carta dello Stato Maggiore all' $\frac{1}{50000}$ si spinse dalle sponde della Savara al confine italo-franco sulla cresta del gruppo del Monte Bianco, conquistando così geologicamente tutto il residuo versante meridionale della Valle d'Aosta per un'area non lontana dai 600 chilometri quadrati.

Nuovi argomenti geologici. — Nelle escursioni che esigettero questi lavori di rilevamento geologico potemmo raccogliere molti documenti a comprova di opinioni emesse nel precitato lavoro rispetto alla origine delle roccie cristalline, al loro andamento stratigrafico ed alla loro divisione in zone; raccogliemmo pure dei dati che ci obbligano ora, se non a ritornare completamente su opinioni emesse sul valore cronologico di alcuni terreni non cristallini, a raccoglierci almeno in un prudente riserbo fino a che nuovi fatti ci autorizzino ad accogliere una definitiva determinazione. Nel gruppo del Gran Paradiso tali terreni erano appena rappresentati, mentre che avvicinandosi al gruppo del Monte Bianco essi acquistano notevole sviluppo.

Terreni ad antracite. — Oltre a questi terreni, il cui valore cronologico è ancora in contestazione, o, per meglio dire, non è ancora per noi constatato ad evidenza,

abbiamo nelle Alpi Graie settentrionali dei terreni ricchissimi in antracite, rappresentanti secondo ogni probabilità il periodo carbonifero; laondechè, se per le questioni riguardanti le roccie cristalline poco o nulla esporremo di nuovo, e dovremo riferircene al già esposto nel precedente lavoro, alcunchè di non noto figurerà in questa Memoria a riguardo dei terreni sovrastanti ai terreni cristallini. Diciamo di non noto, in quanto che, a nostra saputa, una massima parte delle Alpi Graie settentrionali era, prima dei nostri lavori, terreno vergine pel geologo.

Ordinamento del lavoro — Non essendo obbligati a svolgere quelle questioni di genesi delle roccie cristalline, che cercammo di svolgere convenientemente negli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso,* noi adotteremo un ordine diverso da quello adottato in essi Studî per la descrizione delle varie valli costituenti le Graie settentrionali; ci atterremo cioè alla divisione in tanti capitoli quante sono le valli contemplate in questo lavoro, coll'aggiunta però di capitoli speciali per argomenti che ci sembrino degni di essere trattati a parte.

Divisioni delle Alpi Graie. — Premesse queste brevissime considerazioni, converrà, prima di entrare in materia, dare un'idea esatta di questa divisione delle Graie, che chiamiamo settentrionali.

Nella introduzione degli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso* noi avevamo divise le Alpi Graie in quattro grandi divisioni.

Le Alpi Graie meridionali, comprese tra i corsi della Dora Riparia e dell'Orco sul versante italiano, e tra quelli del torrentello scendente a Lans-le-Villard dal Moncenisio e dall'Arc pel versante francese.

Le Alpi Graie orientali, tutte italiane, comprese tra i corsi dell'Orco, della Savara (affluente della Dora Baltea) e della Dora Baltea da Villeneuve fino al suo sbocco nella gran Valle del Po.

Le Alpi Graie occidentali, tutte francesi, comprese tra i corsi dell'Arc e dell'Isère.

Le Alpi Graie settentrionali, comprese tra i corsi della Savara e della Dora Baltea, col suo ramo originario di Val Veni, da Villeneuve al Colle della Seigne pel versante italiano, e tra i corsi dell'Isère dalle origini fino a Bourg-S^t^ Maurice e del torrente Chapiú dal Colle della Seigne all'incontro dell'Isère pel versante francese.

Come nel precedente lavoro descrivemmo specialmente le Alpi Graie orientali (gruppo del Gran Paradiso), tema, oggetto del lavoro, così nel presente descriveremo a larghi tratti a mo' d'introduzione esplicativa le Alpi Graie settentrionali, limitandoci però al solo versante italiano.

Le Alpi Graie settentrionali in rapporto colle ellissoidi di sollevamento. — Nelle Alpi Graie, più che in qualunque altra divisione delle Alpi, si verifica il fatto che alcune catene secondarie, diramantisi dal clinale alpino, acquistano una elevatezza ed una imponenza maggiore che non la catena stessa principale, e ciò dipende dal trovarsi le ellissoidi di sollevamento laterali allo spartiacque dei due versanti alpini e non corrispondere a questo alcun nucleo od ellissoide di sollevamento.

Noi dicevamo negli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso* (pag. 205) trovarsi l'ellissoide del Gran Paradiso fiancheggiata da quella del Monte Bianco, l'VIII^a^ secondo Desor, e da quella delle Alpi Graie occidentali, tra l'Arc e l'Isère. Ne viene che le Alpi Graie settentrionali costituiscono un tratto di unione tra l'ellissoide del Gran

Paradiso e quella del Monte Bianco, lasciando in disparte quella delle Alpi Graie occidentali. Ecco dunque le Alpi Graie meridionali e le settentrionali, formanti il vero clinale alpino, più umili che non le Alpi Graie orientali (gruppo del Gran Paradiso) e le occidentali rappresentate da catene secondarie e nello stesso tempo da ellissoidi di sollevamento. Qui la cosa è così, non sempre però si verifica che le montagne costituenti l'ellissoide di sollevamento sieno più elevate e più imponenti di quelle interposte tra due ellissoidi o parallele, o disposte sullo stesso allineamento.

Clinale delle Graie settentrionali tra la Valle dell'Isère e la Valle dell'Orco. — Il Colle della Galisia (metri 2998), tra le sorgenti dell'Orco e quelle dell'Isère, può considerarsi come il limite fra le Graie meridionali e le settentrionali sul clinale alpino. Da esso colle il clinale delle Alpi procede a nord nord est per un 700 metri, e si rialza in una cresta rocciosa di metri 3342 alla Punta di Galisia, e, seguitando nella istessa direzione per altri 900 metri, la cresta rocciosa si eleva a metri 3336 alla Cima Bousson. Il versante orientale di questi 1600 metri di clinale cade a grandi scaglioni a picco verso la Valle dell'Orco, mentre ad ovest si ammanta dei ghiacci della Valle dell'Isère, che, scavalcando poi il confine italo-franco, si congiungono al ghiacciaio di Bassagne, scendente in Valle di Rhêmes, cosicchè la Cima Bousson è il nodo limite tra le sorgenti dell'Orco, nel vallone Rosset, della Dora di Rhêmes e dell'Isère a Prariond.

Clinale delle Graie settentrionali tra la Valle dell'Isère e la Valle di Rhêmes. — Dalla Cima Bousson il clinale si abbassa in larga depressione coperta dal ghiacciaio di Bassagne fino alla Punta di Calabre (metri 3363), toccando per via un piccolo spuntone roccioso di 3232 metri di elevazione, estremo superiore di un cordone che divide sul versante francese il ghiacciaio di Bassagne da quello di Calabre. Questo tratto di clinale, lungo circa 2400 metri, è diretto ad ovest; è ovunque praticabile.

La bella Punta di Calabre (3363 metri), di calcare giallastro, sta alla origine di una costiera appena appena emergente dai ghiacci, che divide, sul versante italiano, il ghiacciaio di Bassagne da quello della Granta Parey, o di Sotze, o di Rhêmes.

Ad ovest della Punta di Calabre il clinale scende su un magnifico colle di ghiaccio, il Colle di Rhêmes (metri 3062) e poi si rialza lungo un'erta parete di roccia, che in alto si foggia a pianerottolo coperto di nevato (metri 3443), da cui si slancia formidabile la Punta di S^t^ Hélène (Tzantalena, metri 3606), a picco ad oriente, e vestita di ghiacci del ghiacciaio di Rhêmes (francese) ad ovest. La direzione del clinale dalla Punta di Calabre alla Tzantalena è ad ovest per lo sviluppo di 2500 metri. La Tzantalena è la Punta di Bazel della carta italiana e francese; su questa ultima però le indicazioni sono assolutamente false; si avvicina molto più al vero la carta italiana.

La Tzantalena continua al nord per un acutissimo spigolo calcare piombante ad est ed ammantato di ghiacci all'ovest; questo si abbassa su una stretta incisura e poi si rialza alla vetta della bellissima Granta Parey (e non Grand Apparei) di metri 3505, che, meno elevata della Tzantalena, ne riproduce esattamente la forma, seguitandosi poi verso Val di Rhêmes nella costiera del Berrier dell'Allée Noire a dividere il ghiacciaio della Granta Parey o Sotze da quello di Gailletta, o Goletta,

o Bassac. Dalla Tzantalena alla vetta della Granta Parey il clinale si dirige per circa 1000 metri a nord 5° est.

Dalla Granta Parey ci abbassiamo rapidamente ad un colle glaciale, il Colle di Goletta (metri 3063) tra il vallone di Goletta (Val di Rhêmes) ed il vallone della Sassière in Francia, coperto dai ghiacci del ghiacciaio di Goletta, unentisi con quello del ghiacciaio di Rhêmes (francese) a sud.

Il clinale si rialza poscia per rapidissimo declivio al Picco della Traversière (metri 3321) punto di distacco dalla catena divisoria tra Val di Rhêmes e Val Grisanche. La direzione del clinale è per questo tratto presso a poco di due chilometri e mezzo, a nord-ovest.

A questo punto noi abbiamo percorso presso a poco dieci chilometri di clinale, di cui 1600 metri, dal Colle di Galisia alla Cima Bousson, separano la Valle dell'Orco dalla Valle dell'Isère, ed i residui 8400 stanno tra la Valle dell'Isère, e la Valle di Rhêmes.

Clinale delle Graie settentrionali tra la Valle dell'Isère e la Val Grisanche. — Il Picco della Traversière è a nord ovest ammantato dal ghiacciaio, che riempie l'alto di Val Grisanche, sotto il nome di ghiacciaio di Glairetta o Glieretta, e si rovescia nel vallone della Sassière in Francia col nome di ghiacciaio della Sassière. Una stupenda depressione glaciale si stende per 2000 metri dal Picco della Traversière alla base della Grande Sassière (metri 3756). Il clinale alpino è ovunque mascherato da' ghiacci, ma su questi la linea di displuvio si dirige ad ovest 30° nord. Uno stupendo colle, il Colle di Glairetta o Glieretta, unisce la Val Grisanche alla Val dell'Isère pel vallone di Sassière; questo colle non è segnato sulla carta francese, come neppure sulla italiana, eppure è frequentato; misura secondo il Ball, che lo chiama Colle della Sassière, metri 3321, cioè quanto il Picco della Traversière; difatti il valico non corrisponde al massimo della depressione, per la difficoltà di discesa in Francia, ma sibbene alla vetta del Picco della Traversière, poco più elevato, dal quale si raggiunge tosto la via al Colle della Goletta, già mentovato.

Dalla vetta della bella piramide di ghiaccio della Grande Sassière (metri 3756), il clinale volge a nord e a nord 10° ovest sino al Colle di Vaudet, o di Serrù, o del Rocher Blanc, o delle Cloux, che fa comunicare gli elevati pascoli di Vaudet, Saxe Ponton, e Saxe Savoie, in Val Grisanche, con quelli delle Cloux verso l'Isère. Lo sviluppo di questo tratto di clinale è di circa 5 chilometri; va via via abbassandosi gradatamente da sud a nord formando dei rilievi poco accentuati. Partendo dalla Grande Sassière (metri 3756) incontriamo emergere dai ghiacci alla distanza di 800 metri uno spuntone di metri 3653, senza nome; poscia il clinale si fa più roccioso e si eleva a metri 3632 ad un 2000 metri dall'ultima quota accennata; poi, appena appena emergente dai ghiacci, si abbassa gradatamente a metri 3346, per elevarsi di un tratto a metri 3412 alla Aiguille du Glacier (carta francese) o Becca di Suesse (carta italiana). Questa ultima vetta degrada lentamente ad uno sprone di 3122 metri, indi cade sul Colle delle Cloux, o del Rocher Blanc a metri 2836 secondo la carta francese, e 2833 secondo il Ball. Verso Val Grisanche il clinale presenta una fortissima pendenza in cui molti canali sono scavati, ove si annidano numerosi ghiacciai di non grande sviluppo, tranne l'ultimo, quello che riempie l'alto di Val Grisanche, cioè il

ghiacciaio di Glairetta. Verso la Valle dell'Isère scendono da questo clinale due valloni, non troppo ripidi, il vallone di Nant Cruet e il vallone delle Cloux separati da una costiera che fa capo alla quota 3632 della carta francese; nel primo vallone vi sono due ghiacciai, quello di Davie (carta francese) o Domier (carta italiana) e quello di Fond; nel secondo un ghiacciaio innominato, che si unisce col ghiacciaio Vaudet di Val Grisanche, ed il ghiacciaio di Plan Champ o Lac Virià (carta italiana).

A nord del Colle delle Cloux, sul quale stanno alcune opere di trinceramento, s'innalza una rupe bizzarra da cui si staccano due speroni, uno diretto verso le Cloux, l'altro verso Val Grisanche, è la Becca Percia della carta italiana segnata metri 3017 sulla carta francese. Poscia il clinale si abbassa nuovamente su d'un colle sormontato da un piccolo ghiacciaio da Val Grisanche, il ghiacciaio Maurin, questo colle, di forse 2900 metri, chiamasi Colle del Lago Nero, perchè dai pascoli di Saxe Savoie mette a quelli delle Cloux passando presso un magnifico lago nel valloncino di Nant Piss, versante francese. Dal Colle delle Cloux, pella Becca Percia, pel Colle del Lago Nero il clinale percorre circa 5 chilometri e mezzo dirigendosi prima a nord dal Colle delle Cloux sino oltre al Colle del Lago Nero, poi a nord ovest sino alla vetta dell'Ormelune, poi nuovamente a nord sino al Colle di Mont. Non presenta sommità rilevante, è una cresta di calceschisto infranto, agevolissima a percorrersi. A mezzo tragitto si eleva a metri 3301 secondo Ball, e a 3282 secondo lo Stato Maggiore francese alla Ormelune o Punta dell'Archebouc, donde gradatamente divalla al Colle di Mont, gran depressione e valico frequentatissimo tra Val Grisanche e Sainte Foy, di 2632 metri. Ripido il versante di Val Grisanche è coperto di piccoli ghiacciai, versò la Valle dell'Isère è più dolce con alcuni ghiacciai microscopici. Dalla Ormelune una costiera discende a sud ovest in Francia a dividere il vallone delle Cloux da quello del Colle di Mont.

A nord del Colle di Mont il clinale procede sempre al nord per 1600 metri e s'innalza, spigolo di roccia senza traccia di nevi o ghiacci, alla vetta della Becca dell'Ane o Gran Becca di Mont di metri 3218, e poi discende per 500 metri a nord 15° ovest a metri 2872 sul Colle del Lago o della Sachère. Questo colle mette dal lago di S^t Grat (Val Grisanche) ai pascoli di Sachère in Francia.

Il clinale seguita sempre nella direzione nord 15° est per altri due chilometri salendo per la facciata ripida del Picco di Loydon, da cui si accentua la catena divisoria tra Val Grisanche e Val de la Thuille (versante italiano). Il Picco di Loydon non è una grande elevazione, e corrisponderebbe alla quota segnata 3040 metri sulla carta francese, che in tale località è più esatta della italiana.

Riassumendo abbiamo circa 15700 metri di clinale alpino, che serve di limite tra la Val Grisanche e la Val dell'Isère dalla vetta della Grande Sassière al Picco di Loydon, che aggiunti ai 10 chilometri tra la valle dell'Isère e le valli italiane dell'Orco e di Rhèmes danno un complessivo di 25700 metri già percorsi sul clinale delle Alpi Graie settentrionali.

Clinale delle Graie settentrionali tra la Valle dell'Isère e la Valle della Thuille. — Dal Picco di Loydon il clinale si abbassa su un colle di ghiaccio senza nome in direzione ovest, per innalzarsi nuovamente al nord per una selvaggia costiera di rupi che conduce al sommo del Grand Assaly (Punta del Grand nella carta

francese) segnato alla elevazione di m. 3154 dallo Stato Maggiore francese, quota che noi crediamo inferiore alla vera, giacchè la Punta del Petit, che giace più a nord ovest (Punta del Grand sulla carta italiana) vi è segnata 3164 metri quantunque evidentemente più bassa; a nostro parere il Grand Assaly non è inferiore a 3250 metri. Nella curva fra il Picco di Loydon e il Grand Assaly il clinale percorre circa 3500 metri. In questa curva si annida l'angolo estremo meridionale del grande ghiacciaio del Ruitor. Dal Grand e Petit Assaly scende a nord ovest una costiera di roccia che divide il ghiacciaio del Ruitor dai due piccoli ghiacciai dell'Assaly e dalla Bellecombe. Sul fianco ovest di questo rilievo stanno due piccole masse di ghiaccio, la inferiore delle quali è scavalcata dal Colle del Petit, che mette da un valloncino tributario della Bellecombe nel vallone di Sachère; questo colle sta tra il Roc Rouge (metri 2957) e il Petit Assaly (metri 3164). Il clinale dal Grand Assaly pel Colle del Petit al Roc Rouge (Punta di Charve, carta italiana) corre ad ovest 10° sud per 2700 metri. Dal Roc Rouge alla Punta Rossa (Louïe Blanche, sulla carta francese, metri 2907) il clinale si dirige ad ovest per 2 chilometri, e, come dalla Punta Rossa si dirama la costiera del Freduaz a nord, viene a costituirsi una curva che serve di limite alla conca del ghiacciaio di Bellecombe della Louïe Blanche, che sta sul versante italiano. Il versante francese è sgombro da ghiacci, e scende nel vallone della Sachère pel valloncino della Louïe Blanche. Un colle, il Colle della Louïe Blanche o Loys Blanche, (Stato Maggiore italiano) o di Lys Blanche o Tacqui (Ball), di 2700 metri circa fa comunicare i valloni di Bellecombe e di Sachère. La carta italiana mette il Freduaz sul clinale, obbligando questo ad un angolo retto rientrante verso l'Italia; ciò è falso; il Freduaz è su un contrafforte tutto italiano ed il clinale corre a nord ovest dalla Punta Rossa o Louïe Blanche al Valaisan (carta italiana, 2891 metri) o Chardonney (carta francese, 2879 metri) per circa 1800 metri a nord ovest. In questo tratto di clinale incontrasi prima una depressione sormontata da un colle, il Colle del Grand Glacier, che fa comunicare il valloncino di Ponteilles (Italia) con quello di Chardonney (Francia), poi, prima di giungere alla Punta del Valaisan, un rilievo segnato sulla carta francese metri 2928, altezza che crediamo esagerata.

Dalla Punta del Valaisan il clinale, invece di corrispondere al confine politico, si piega a nord e a nord ovest declinando lentamente di 251 metri sul tragitto di 2200 sino al Belvedere (metri 2640), donde per altri 1500 metri incurvandosi ad ovest e a sud ovest raggiunge il Colle del Piccolo S^n^. Bernardo (metri 2192) a nord dell'Ospizio. Questa curva concava a sud limita l'alto della Bellecombe (territorio francese), di cui la parte superiore appartiene, contrariamente a ciò che i confini naturali stabilirebbero, al Regno d'Italia.

La linea spartiacque dal Colle del Piccolo S^n^. Bernardo discende ancora per un 500 metri a sud ovest in un piano acquitrinoso e torboso elevato di circa 2150 metri sul mare, donde prende a risalire ad ovest 30° nord sui fianchi erbosi della Lancebranlette e ne raggiunge la vetta (metri 2933) a circa 2000 metri dal massimo della depressione del Piccolo S^n^. Bernardo. Questo grande solco, scavato nel clinale alpino ha una larghezza di circa 5 chilometri, misurato dalla Punta del Valaisan alla vetta di Lancebranlette.

Dalla Lancebranlette il clinale si dirige aspro e selvaggio, molto sinuoso, in una

direzione generale sud est-nord ovest per 6400 metri verso il Monte Broglia (Montagne de la Seigne, carta francese) che è nodo limite tra il vallone di Versoney, quello di Chapiù o Glacier in Francia ed il vallone di Broglia in Italia. Verso l'Italia il clinale poco si libera da un mantello di ghiaccio formato dai ghiacciai comunicanti di Lavage, Arrierey, Broglia; verso Francia invece il versante è completamente sgombro da ghiacci. Alcune rupi ardite si profilano su questo tratto di clinale, il Sommet des Rousses o Punta Fourclà, la Punta di Beauprè (metri 2924), l'Eremita (metri 3011) e il Monte Broglia o Montagna della Seigne (metri 3123). Fra l'Eremita e il Monte Broglia si aprono due colli tra il vallone di Broglia e quello di Versoney; il primo più a sud è quello di Veys; il più settentrionale è il Colle di Broglia (metri 2901).

Oltre il Monte Broglia il clinale volge a nord 10° est e molto acuminato procede per 1500 metri, giunge al Monte Lechaud (metri 2961) nodo limite tra i valloni di Broglia, Chavannes e Allée Blanche per l'Italia ed il vallone Glacier o Mottet per la Francia.

Clinale delle Graie settentrionali tra la Valle dell'Isère e l'Allée Blanche. — A questo punto noi usciamo dal bacino della Valle della Thuille, di cui il clinale alpino formò il limite superiore per 23850 metri dal Picco di Loydon al Monte Lechaud. Dal Monte Lechaud il clinale si abbassa per altri 1500 metri al Colle della Seigne a metri 2532 (carta francese) o 2517 (carta italiana) o 2521 (carta Viollet-le-Duc) estremo limite nord ovest delle Graie settentrionali in capo al ramo originario meridionale della Valle della Dora Baltea.

Le Alpi Graie settentrionali, versante italiano, riconoscono dunque per loro limite superiore il clinale alpino sullo sviluppo di 52 chilometri dal Colle di Galisia al Colle della Seigne correnti in una media direzione a nord-ovest.

Gli altri limiti sono rappresentati da:

a) Limiti delle Graie settentrionali fuori del clinale alpino. — Il corso della Dora dell'Allée Blanche e Val Veni fino ad Entrêves — Direzione media a nord est con uno sviluppo di 14 chilometri.

b) Il corso della Dora da Entrêves a Pré-St-Didier. — Direzione media a sud 10° est con uno sviluppo di 6250 metri.

c) Il corso della Dora da Pré-St-Didier a Morgex. — Direzione media ad est con uno sviluppo di 3500 metri.

d) Il corso della Dora da Morgex a Ruinaz. — Direzione media a sud est per uno sviluppo di 9750 metri.

e) Il corso della Dora da Ruinaz a Villeneuve. — Direzione media ad est collo sviluppo di 5650 metri.

f) Il corso unito della Dora di Rhêmes e della Savara. — Direzione a sud ovest con uno sviluppo di 1650 metri.

g) Il corso della Savara dalla confluenza della Dora di Rhêmes al Colle della Gran Croce del Nivolet. — Direzione media a sud con uno sviluppo di 28500 metri.

h) Una linea che dal Colle della Gran Croce del Nivolet raggiungesse il Colle di Galisia, tagliante il ramo originario dell'Orco al Lago dell'Agnel. — Direzione a sud ovest con uno sviluppo di 3750 metri.

Sviluppo perimetrico delle Graie settentrionali (versante italiano). — La

linea perimetrica del versante italiano delle Alpi Graie settentrionali non è lungi dal misurare i 123 chilometri, includenti una grande area di presso a poco 600 chilometri quadrati.

Valli e valloni compresi. — Quest'area comprende tutto il versante dell'Allée Blanche e Val Veni sulla destra della Dora, del quale ci occuperemo in altro lavoro; i piccoli valloni di Dollone e dell'Arp, che descriveremo geologicamente ancora in quest'altro lavoro; la Valle della Thuille, la Val Grisanche, la Val di Rhêmes, che saranno oggetto della presente Memoria; i valloni che si aprono sulla destra della Dora tra Pré-S[t]-Didier e Pierre Taillée nella terminazione della catena divisoria tra Val della Thuille e Val Grisanche, e che saranno colle medesime esaminati; il versante di Val Savaranche sulla sinistra della Savara e l'angolo settentrionale dell'alta Valle dell'Orco che tralasceremo, essendo già stati descritti nel precedente lavoro *Studî geologici sul Gruppo del Gran Paradiso.*

Catene secondarie. — Converrà però, prima di entrare in materia, dare una rapida idea delle catene secondarie che dividono in tante valli l'area corrispondente al versante italiano delle Alpi Graie settentrionali.

Catena tra le Valli dell'Orco, della Savara e di Rhêmes. — La catena secondaria più orientale diramantesi dalle Graie settentrionali è quella che, staccandosi dalla Cima Bousson corre per 25900 metri fino alla confluenza della Savara colla Dora di Rhêmes. Essa si dirige presso a poco al nord piegando leggermente ad est. Per un tratto di 6 chilometri dalla Cima Bousson al Tout Blanc dirigendosi a nord 10° est divide la Valle di Rhêmes dalla Valle dell'Orco e pel restante del suo sviluppo separa dalla Valle di Rhêmes la Val Savaranche. Pel primo tratto è in parte coperta dai ghiacci del ghiacciaio di Bassagne, che, salendo dalla Valle di Rhêmes, si rovescia in banchi di ghiaccio sul valloncino di Rosset (Val d'Orco), a formare il piccolo ghiacciaio sospeso del Fonte; prima di raggiungere la giallastra vetta del Tout Blanc è scavalcato dal Colle Rosset, colle scavato nel tufo calcare, e che fa comunicare la Val d'Orco colla Val di Rhêmes. L'elevazione della punta del Tout Blanc (nome che crediamo corruzione di quello di Tuf Blanc, tufo bianco) supererà di poco i 3000 metri. La cresta nuda e franata si libera da un piccolo ghiacciaio, che riveste i fianchi del Tout Blanc tanto a nord est, che a nord ovest, e declina alla Becca della Aüllié, cui succede un colle poco praticato tra il vallone d'Aüllié (Val Savaranche) e quello di Vaudaletta (Val di Rhêmes). Viene in seguito altra rupe poco elevata, che declina a nord sul Col d'Entrelôre o Entrelavi, tra i valloni di Entrelavi (Val di Rhêmes) e quello di Djouan o Charanche (Val Savaranche); questo colle è raggiunto da una bella strada di caccia reale che non scende però in Val di Rhêmes. Succede un'altra parete di roccia, che raggiunge la Cima di Gollien (in basso di questa verso Val Savaranche stanno alcuni laghetti, gollie, da ciò il nome), che seguita in una costiera tutta frantumata pel piccolo Colle de Gollien a quello di Sort o Chaussietta, che da Val Savaranche è raggiunto da altra strada di caccia, che non scende però verso Val di Rhêmes nel valloncino di Sort. Il clinale si fa selvaggio e sul tragitto di 5 chilometri si divide in vette sufficientemente pittoresche ed ardue di una elevazione media di 3000 a 3500 metri; sono le punte della Mitre, poi della Bioula, poi di Ran, poi di Chamoussière, ripidissime e scoscese su ambo i versanti.

Dalla punta di Chamoussière la catena declina rapidamente ad un colle nel tufo, detto il Colle di Champ Prémont tra Rhêmes S[t]. George, e Chevrère (Val Savaranche). Da questo colle la cresta si abbassa, si arrotonda, perde ogni aspetto selvaggio, si cuopre di pascoli e boschi fino al suo termine.

Catena tra Val di Rhêmes e Val Grisanche. — La seconda catena è quella che, staccandosi dal Picco della Traversière, corre per 26200 metri a nord 30° est fino alla Dora Baltea presso Arvier. È dapprima uno spigolo di roccia fasciato ad ovest dal ghiacciaio di Glairetta, su cui passa un elevato colle, il Colle di Bassac dére, che fa comunicare Val di Rhêmes con Val Grisanche e con Val dell'Isère. Poi s'innalza nella piramide di Mont Bassac (metri 3475), anche essa ammantata di ghiacci ad ovest ed a picco all'est. A nord del Mont Bassac troviamo un colle glaciale, cioè il vero Colle di Bassac (metri 3109) tra i pascoli di Vaudet (Val Grisanche) e quelli della Goletta (Val di Rhêmes). Da questo punto la catena si eleva in uno spigolo di roccia raggiunto però, e coperto a larghi tratti dai ghiacciai di Val Grisanche; alcuni spuntoni ne emergono superiori ai 3400 metri come la Becca Raimond, la Becca di Fos, la Becca di Mont Forçat (metri 3572) o Bec dei Glaçons, fino a che si raggiunge un colle elevato e difficile, il Colle della Grande Rousse (metri 3300) tra il ghiacciaio di Mont Forçat, e il vallone di Pellous (Val di Rhêmes). A nord del colle si slancia arditamente la svelta ed acuta piramide della Grande Rousse o Becca dell'Invergnun (metri 3388). Una acuminata costiera di roccia scende dalla Grande Rousse alla Becca di Tej poi allo stretto Colle d'Epéra o Peri o del Torrent. A nord di questo nuova elevazione ardita, la Punta delle Rayes, poi altro colle stretto, la Finestra di Jussune. Il clinale seguita molto selvaggio per la Becca di Pré d'Amont, per il passo della Finestra di Plonta e giunge alla svelta piramide della Becca di Toss (metri 3290). Quanto mai aspra la catena passa per la Becca del Merlo, la Becca del Pissau, la Becca del Chau-Chien, la Becca di Chanim. Da questa si ammanta di pascoli e scende gradatamente alla depressione tutta coltivata delle Combes tra Introd ed il Grand Aury (Val Grisanche). Si rialza ancora in una costiera rocciosa per abbassarsi poi per pendii erbosi e campi alla sua terminazione presso Arvier.

Catena tra Val Grisanche e Val della Thuille. — La terza catena secondaria si stacca dal clinale alpino al Picco di Loydon e scende alla Dora Baltea a dividere la Val Grisanche dalla Valle della Thuille. Il suo andamento non è così semplice come negli spartiacque Val Savaranche, Val di Rhêmes e Val Grisanche. Ad un certo punto del suo tragitto si divide in due digitazioni, delle quali una si dirige a nord nord ovest verso Pré-S[t]-Didier, l'altra ad est 30° nord verso Liverogne. Nell'angolo formato da queste due digitazioni sono inclusi alcuni valloni scendenti direttamente alla Dora Baltea, e sono i valloni d'Harpi, Interrey, ed altri minori, che insieme uniti formano un grande triangolo col vertice alla diramazione dei due clinali secondarii, e la base appoggiata alla Dora Baltea per circa 15 chilometri.

Il clinale semplice dal Picco di Loydon corre al Paramont per circa 6100 metri formando la curva limite superiore della conca del gran ghiacciaio del Ruitor. La direzione del clinale passa da est 30° nord, a nord est, a nord nord est e a nord. Al piede del Picco di Loydon, umile elevazione del clinale alpino di 3040 metri, abbiamo

una depressione a guisa di colle, dalla quale le masse superiori di ghiaccio del ghiacciaio del Ruitor si precipitano a sud sul lago di S^t^. Grat.

A nord est di questo bellissimo colle glaciale si erge torreggiante la più elevata vetta del Ruitor, la Testa del Ruitor (metri 3499 secondo Bonney) corrispondente al picco numero 6 del Ball, e che scende poscia ad una vetta minore, il numero 5 di Ball, e poi ad un colle che, impraticabile od almeno enormemente difficile, cade sul ghiacciaio del Château Blanc in Val Grisanche. Oltrepassato questo colle, che potrebbe chiamarsi Colle del Ruitor, il clinale di roccia emerge nuovamente dal manto glaciale e si slancia al picco numero 4 di Ball elevato di metri 3456, che seguita poi in altri due spuntoni, i numeri 3 e 2 di Ball, poco elevati. Poi abbiamo altro bellissimo colle, il Colle di Planaval di circa 3200 metri, coperto di ghiaccio, che scende sul ghiacciaio di Planaval in Val Grisanche; questo bel colle è occupato da un laghetto racchiuso interamente in una conca di ghiaccio purissimo. Poi abbiamo un altro rilievo a cresta, da cui si dirama e scende all'ovest un cordone di roccia, che limita la conca del ghiacciaio di Ruitor, separando questo dal ghiacciaio des Ussellettes. Tutti questi picchi sulla carta italiana non hanno nome e sono compresi nell'appellativo molto vago e poco noto di Les Envergnures. La cresta dal numero 1 di Ball, a nord del Colle di Planaval verso Val Grisanche o vallone di Planaval, si divide in due rilievi segnati coi nomi la Becca Nera e la Becca Bianca, poi si eleva alla bella piramide del Paramont di forse 3400 metri di elevazione.

Ivi il clinale si scinde in due. L'orientale si dirige ad est 30° nord per 11 chilometri fino a Liverogne quasi sempre aspro e selvaggio, a picco verso Val Grisanche ed a pendìo più o meno dolce sul versante opposto. Alcuni rilievi si trovano abbastanza accentuati: la Tête Penchante, la Tour Tigliet, la Tête Ronde. Al Mont Colomb più in basso, il clinale si arrotonda e scende in tanti scaglioni ricoperti di boschi e pascoli. Dal Paramont alla Tour Tigliet separa la Val Grisanche dal vallone d'Interrey, e dalla Tour Tigliet in basso divide la Val Grisanche dalle combe della Froche, di Chenton, della Villotta.

La diramazione occidentale misura 12 chilometri e mezzo, e si dirige verso Pré-S^t^-Didier; esaminata però lungo il suo tragitto, presenta numerosi e marcati cambiamenti di direzione. Così dal Paramont scende come spigolo roccioso a nord ovest dividendo il vallone d'Interrey dalla Valle della Thuille fino ad un colle, il Passaggio d'en haut, che mette al lago di S^ta^ Margherita. Poi rialzandosi in una lunga cresta rocciosa, la cresta di Mont Colmet, procede a nord nord est, poi a nord fino al Colle d'Harpi o di S. Carlo tra il bacino della Thuille ed il vallone d'Harpi. Il Colle d'Harpi è molto basso ed il clinale ivi è coperto da boschi. Poi si ripiega bruscamente a nord est e per la Testa d'Harpi viene a morire alla Dora a mezza distanza tra Morgex e Pré-S^t^-Didier.

Catena tra Val de la Thuille e l'Allée Blanche e Val Veni. — La quarta e più occidentale catena secondaria è quella che separa la Valle della Thuille dall'Allée Blanche e dalla Val Veni. Anche questa ha dapprima un andamento semplice; ma più basso si divide, non solo in due, ma in tre digitazioni. In queste tre digitazioni stanno i due valloni di Dollone e d'Arp, che complessivamente formano un triangolo colla base poggiante sulla Dora Baltea da Entrêves a Pré-S^t^-Didier per 6 chilometri.

La catena a clinale semplice si stacca dal Monte Lechaud (metri 2961) e si dirige a nord est per 1500 metri abbassandosi gradatamente al Colle delle Chavannes (metri 2399). Meno che presso il Monte Lechaud, ove si foggia a spigolo acuto emergente dal ghiacciaio di Chavannes, il clinale è coperto di zolle erbose e non presenta grandi accidentalità. Dopo il Colle delle Chavannes vengono alcune piccole alture tra cui la Testa del Fortino (metri 2845), che domina dal nord est una spianata erbosa, il Colle del Baraccone o del Fortino (met. 2751). Dal Colle delle Chavannes alla Testa del Fortino corrono 2900 metri. Dalla Testa del Fortino il clinale si dirige decisamente ad est per 2500 metri alla Punta di Charmonts, da cui si dirama al sud in Val della Thuille il bellissimo ed elevato contrafforte del Monte Favre, a dividere i valloni delle Chavannes e di Youla. Più selvaggio, ma moderatamente elevato il clinale si dirige ancora ad est per 600 metri, poi a nord nord ovest per un chilometro, indi ad est 30° nord per 1100 metri fino alla Testa dell'Arp (2600 metri circa) a dividere la Val Veni dal vallone di Youla (Valle della Thuille). La totale lunghezza del clinale semplice è di 6100 metri. A sud della Testa dell'Arp havvi il Col de Youla.

Alla Testa dell'Arp ha luogo la divisione in tre digitazioni. La diramazione più orientale dalla Testa dell'Arp scende di un balzo al Colle dell'Arp al sud tra il vallone d'Arp e quello di Youla (Val della Thuille), poi, piegando ad est 30° sud, sale alla costiera dei Vieux (metri 2879), ad est della quale sta il Colle del Crammont tra il vallone dell'Arp e quello di Plan Prà (Val della Thuille); da questo colle lo spigolo roccioso sale alla vetta del Crammont all'est (metri 2761), poi, inflettendosi alquanto ad est 30° sud viene a Pré-S^t^-Didier. Questa diramazione è presso a poco di cinque chilometri.

La diramazione mediana scende ripida ed a spigolo tagliente pel Monte Brisetta alla Dora un po' a valle della sorgente minerale della Victoire; divide i valloni dell'Arp e di Dollone e misura 3500 metri.

La diramazione più occidentale si ammanta di pascoli e giunge al Colle Chécouri (metri 1944) tra Val Veni e il vallone di Dollone, poi s'innalza al Monte Chétif (metri 2338) per scendere ripidissima alla confluenza delle due Dore di Val Veni e di Val Ferret. Diretta prima a nord, graduatamente s'inflette a nord est, misura presso a poco 5 chilometri.

Divisione in capitoli. — Premessi questi cenni orografici generali, divideremo il nostro lavoro in tanti capitoli quante sono le valli o i gruppi di valloni indipendenti, descrivendo valli e valloni topograficamente, litologicamente e stratigraficamente, consacrando due capitoli speciali al giacimento antracitifero del bacino della Thuille ed alle traccie del periodo glaciale, che si riscontrano in questa area.

È fin d'ora stabilito che le Graie settentrionali pel loro versante italiano sono interposte a due ellissoidi di sollevamento, del Gran Paradiso (Graie orientali) e del Monte Bianco (Alpi Pennine occidentali), per conseguenza non avremo ad occuparci di terreni cristallini antichi, ma solo della *Zona delle pietre verdi* (terreni cristallini recenti), dei terreni antraciferi, e dei lembi di terreni più giovani degli antracitiferi.

CAPITOLO PRIMO

La Valle di Rhêmes.

Generalità topografiche. — La Valle di Rhêmes è compresa tra il clinale alpino per 8400 metri dalla Cima Bousson ed il Picco della Traversière in alto alle sue origini, la catena divisoria da Val d'Orco e da Val Savaranche all'est, dalla Cima Bousson, pel Tout Blanc, la Bioula alla confluenza della Dora di Rhêmes colla Savara, ed all'ovest la catena divisoria da Val Grisanche dal Picco della Traversière pel Monte Bassac, la Grande Rousse, la Becca di Toss ad Arvier. Ha una lunghezza dallo sbocco della Dora di Rhêmes nella Baltea alla vetta della Punta di Calabre di 32 chilometri, una larghezza massima di 8 chilometri dalla vetta del Tout Blanc a quella della Becca di Toss, ed una minima di 1500 metri al termine delle due catene secondarie limitanti all'est ed all'ovest; una media larghezza di 4890 metri con un'area approssimativa di 137 chilometri quadrati.

Descrizione. — Circo terminale. — La Valle di Rhêmes stretta grandemente va via via allargandosi gradatamente verso l'alto, mantenendosi però sempre ad andamento molto semplice; giunta ai $^4/_5$ della sua lunghezza si estende in ampio circo glaciale, da cui scendono varî torrenti convergenti, che, riuniti nel basso del circo, formano la Dora di Rhêmes.

Il circo glaciale non ha una configurazione molto regolare protendendosi esageratamente verso il sud est contro la Cima Bousson; esso è limitato dal clinale alpino dalla Cima Bousson al Picco della Traversière, dalla catena secondaria divisoria tra Val di Rhêmes e Val dell'Orco per un tratto di circa 3500 metri, e dalla piccola cresta della Palletta, che da questa catena secondaria divisoria scende a nord ovest in Valle di Rhêmes sopra i pascoli di Lavassei; ad ovest poi è limitato dalla catena secondaria divisoria tra Valle di Rhêmes e Val Grisanche, pel tratto di 4 chilometri, che corre dal Picco della Traversière e la elevazione che sta a nord del Colle di Bassac. Questo circo glaciale è diviso in due conche, l'una ad ovest minore, quella che ricetta il ghiacciaio di Goletta o Bassac e per la quale passa la via al Colle di Goletta, l'altra molto maggiore all'est nella quale si fondono in un solo mantello di ghiaccio di forse 10 chilometri quadrati di superficie, il ghiacciaio di Rhêmes o Sotze o Granta Parey e quello di Bassagne. La conca della Goletta è divisa dalla più orientale dallo spigolo che cominciando alla Tzantalena, seguita per la Granta Parey, per il Berrier de l'Allée Noire fin sopra i pascoli di Sotze. Il fianco occidentale di questa conca minore è ripidissimo, son grandi scaglioni, gradinate di roccie che salgono al sommo del Picco della Traversière al Monte Bassac, ai due colli di Bassac; un ghiacciaio occupa il fondo della conca e sale con lene pendìo al clinale alpino, quasi scevro di crepaccie, e ad est sale in ripidi piani inclinati alle vette della Granta Parey e della Tzantalena; questo è il ghiacciaio, che chiameremo della Goletta per distinguerlo da altro piccolo ghiacciaio che è annidato nel valloncino, che sale al Colle di Bassac settentrionale e che può chiamarsi il vero ghiacciaio di Bassac. Forse in tempi non lontani i due ghiacciai erano uniti. I due torrenti si uniscono in un solo, che, profondamente incanalato

in un solco di interstratificazione, si dirige ad est 30° nord tra i pascoli di Goletta e di Bassac e precipita poi in bellissima cascata nella valle raggiungendo la Dora di Rhêmes al ponte in pietra di Lavassei. La pendenza media di questo vallone è dal Colle di Goletta allo sbocco nella valle del 18 per $^0/_0$.

Dalla Punta di Calabre un cordone sottoglaciale, ma ora visibile in molti tratti, e diretto a nord, scinde le masse di ghiaccio della conca orientale in due ghiacciai, quello della Granta Parey o di Sotze o di Rhêmes all'ovest e quello di Bassagne all'est. Il cordone roccioso divisorio si libera dai ghiacci e dalle morene più in basso, forma un promontorio di roccie levigate che finisce sui pascoli superiori di Lavassei o Coveyrand. Ad ovest del ghiacciaio più occidentale s'innalza una magnifica muraglia di calcare, che, lunga circa due chilometri, s'innalza alla vetta della Granta Parey (gran parete), si escava a grande gradino a mezza altezza presso il Colle di Rhêmes e dopo questo breve respiro, a così dire, si slancia nuovamente impraticabile e stupenda alla vetta della Tzantalena. Il ghiacciaio di Rhêmes o di Granta Parey posa sopra un altro enorme gradino, il cui scaglione è formato dalla Punta di Calabre e dalla costiera che scende a Lavassei, cosicchè più elevato del vicino ghiacciaio di Bassagne vi si rovescia sopra, dall'alto del suo gradino, in bellissime cascate di ghiaccio.

Il torrente di questo ghiacciaio raggiunge la vera Dora di Rhêmes sulla grande terrazza dei pascoli di Lavassei tra questi e quelli di Sotze in direzione a nord e dopo un corso di 2 chilometri circa, e colla pendenza media dell'11 per $^0/_0$ per tutto il vallone a cominciare dal Colle di Rhêmes.

Il ghiacciaio di Bassagne, il più ampio, occupa l'angolo a sud est del circo glaciale, che riempie completamente rovesciandosi poi anche e in Val d'Orco e in Val dell'Isère; non una roccia ne emerge tranne la Punta di Calabre all'ovest, e qualche raro spuntone alla Cima Bousson. Da questo grande ghiacciaio scendono diversi torrentelli che riunendosi nell'area morenica sono considerati come le vere sorgenti della Dora di Rhêmes. Questa, dopo un corso di due chilometri e mezzo, attraverso a pascoli e profondamente incanalata nei tufi o nelle roccie più resistenti, entra nel piano di Coveyrand o Lavassei, ove raccoglie il torrente del ghiacciaio della Granta Parey. La pendenza media di questo primo tratto della Dora di Rhêmes, compreso il ghiacciaio fino alla Cima Bousson è del 12 per $^0/_0$.

Nel suo insieme questo circo glaciale originario di Val di Rhêmes è uno, se non degli amplissimi, certamente dei più belli delle Alpi, e fa contrasto colla sua bellezza al triste aspetto della valle in genere. Questa, profondamente incassata nei suoi $^3/_5$ inferiori, si allarga, si amplia in alto, e l'occhio si posa con compiacenza sulle belle chine erbose di Goletta, Sotze e Lavassei, interrotte da canaloni profondi ed appoggiati a selvaggie pareti brune; più in su le tondeggianti roccie levigate, poi un'ampia distesa di ghiacci, tutta luce, tutta scintillante, tagliata dalla splendida ed arditissima forma della Granta Parey, regina del circo, che fieramente domina le convalli di ghiaccio dall'alto della sua parete di 600 metri elevata all'est, e si ammanta di un elegantissimo mantello di ghiaccio a largo strascico all'ovest. Forse più slanciata è la Tzantalena e più alta certamente di 100 metri, ma essa è mascherata, guardando dalla valle, dalla Granta Parey, che tutti per sè vuole gli onori di questo ammirabile angolo delle Graie settentrionali.

Bacini di Lavassei e Thumel. — Sotto ai pascoli di Lavassei la valle si restringe tra la cresta tutta quarziti frantumate e magrissimi pascoli della Palletta a destra, ed un elevato gradino di roccia a sinistra, su cui stanno i pascoli della Goletta. La Dora di Rhêmes rumoreggia in una stretta e scende rapidamente ad un piccolo piano alluvionale ove trovasi il ponte di pietra di Lavassei e dove riceve il torrente della Goletta; la discesa è da 2600 a 2200 metri di altitudine su poco più d'un chilometro in curva diretta prima a nord nord ovest, poi a nord nord est; abbiamo una pendenza del 40 %. Dopo, il breve piano alluvionale (700 ad 800 metri) il torrente precipita nuovamente per una forra selvaggia, che dopo un 5200 metri sbocca a Thumel in altro più ampio piano alluvionale. La forra ultima, che chiamasi di Balmaverain dai pascoli che stanno sulla china a sinistra, è quanto mai selvaggia; la scena nel suo insieme imponentissima. A destra si apre lo sbocco del vallone della Grande Vaudala, che stretto in basso tra rupi, coperto da meschina foresta, si apre in alto nei pascoli dello istesso nome; questo vallone è compreso tra la cresta della Palletta a sud ovest e quella che scende dal Tout Blanc a nord est; è diretto sud est-nord ovest e coronato in alto da bastioni di tufo calcare pei quali passa il Colle di Rosset (metri 2977), comunicazione col vallone Rosset (Valle dell'Orco); la lunghezza del vallone è di 4 chilometri e la sua media pendenza è del 18 per %; un ghiacciaio ne occupa l'estremo angolo superiore a nord est, che si può chiamare il ghiacciaio della Grande Vaudala. A sinistra della Dora di Rhêmes una serie di gradinate veramente colossali conduce al sommo della cresta divisoria da Val Grisanche; questo versante va via innalzandosi rapidamente e ad anfiteatro molto ampio; dapprima sono chine di detriti e coperte dai pascoli di Balmaverain, Fos, Plan Leiget, Traversin, e Combasse, divise da salti di roccia; poi vengono le roccie nude a grandi e possenti gradinate che si vestono di nevischio, poi una zona di stretti ghiacciai a liste, che in alto si fondono con quelli che, scavalcata la catena, salgono dalla Valgrisanche. Torrentelli dirocciano da questo versante, che sale fino ai 3400, 3500 metri ed anche più; il maggiore è l'estremo a nord che scende tra Balmaverain e Fos da un selvaggio e strettissimo vallone dominato dalla impraticabile parete che termina in alto colla slanciata piramide della Becca di Fos. Il più basso gradino di questa scala da giganti è levigato da antichi ghiacci. La media pendenza di questo anfiteatro è circa del 35 per %. Questi luoghi in altri tempi erano abitati tutto l'anno, come lo provano le rovine del villaggio di Balmaverain. Dal piano alluvionale di Lavassei a quello di Thumel la discesa del torrente della valle è colla pendenza del 17 %.

La pianura di Thumel, tutta ghiaia e perfettamente livellata, misura circa 900 metri di lunghezza su 270 di larghezza. Presso alle case di Thumel sbocca da destra il vallone di Vaudaletta. Stretto in basso si amplia gradatamente in alto dividendosi in due valloncini, di cui il meridionale sale al Tout Blanc ed il settentrionale alla Punta dell'Aüllié, da cui scendono due costiere in Val Savaranche, la cresta delle Aülliés, ed in Val di Rhêmes, la cresta di Vaudaletta colla bella punta dell'istesso nome. Questo vallone è lungo circa 4 chilometri, diretto sud est-nord ovest e con una pendenza media del 32 per %. Nell'angolo a nord est è occupato dal piccolo ghiacciaio di Vaudaletta. A sinistra della pianura un pendìo dolce porta per ricchi pascoli alla terrazza di Chantarre, dalla quale s'innalza l'ardua costiera che conduce alla Becca

di Fos ed al Becco dei Glaçons. Al termine della pianura di Thumel viene a sboccare da destra un piccolo vallone che fa capo non al clinale della catena divisoria con Val Savaranche, ma sibbene alla Punta di Vaudaletta; è una conca tutta rottami tra la cresta di Vaudaletta al sud e la Punta Sambeina al nord est.

Stretta di Pellous. — Ad un chilometro e mezzo sotto alla pianura di Thumel s'incontra il villaggio di Pellous; ivi la Dora di Rhêmes assume un corso molto sinuoso, cercando la via tra basse roccie levigate e cumuli di frantumi di frana e di morena. Questa località fu teatro di un grandiosissimo fenomeno. A sinistra sbocca un indomabile torrente, che prende le sue origini da alcuni cumuli di ghiaccio di valanga, segnati esageratamente come vero ghiacciaio nelle carte, che occupano la depressione profonda di uno dei circhi di roccia più formidabili, che mai si possano incontrare nelle Alpi. È un enorme imbuto a pareti estremamente ripide, che, sviluppandosi ad elevati gradini poco larghi sale al sommo della cresta divisoria tra Val di Rhêmes e Val Grisanche. Il sommo di questo è coronato a sud dal Becco dei Glaçons ed a nord dalla acutissima piramide della Grande Rousse o Becca d'Invergnun; fra queste splendide montagne sta un colle glaciale, il Colle della Grande Rousse. Due ripide costiere a guisa di ali limitano l'orrido bacino; una a sud, cui già accennammo, scende su Thumel, l'altra a nord sovraincombe fiera ed aspra sul capoluogo della valle, il villaggio di Rhêmes Notre Dame (metri 1731). Da questo imbuto colossale, le cui pareti hanno una pendenza del 53 per $^0/_0$ rovinano moli enormi di frantumi, ed il suo torrente ha un rilevante cono di deiezione. Ma presso il suo sbocco, a Pellous, una collina di grossissimi frammenti prova che in tempi antichi una porzione enorme di montagna deve essere franata ad un tratto ed i suoi frantumi furono lanciati fino al *thalweg* e fino al di là sul versante destro. Questo grandioso accumulo non ha meno di un chilometro di lunghezza, per mezzo di larghezza ed una elevazione di 60 a 70 metri, misure che ci darebbero 35,000,000 di metri cubi di materiale franato in un solo tratto, non calcolando quello che venne già asportato dal torrente stesso posteriormente. Alcuni tratti di superficie di roccia scoperti, ma che furono nel passato ricoperti da questo cumulo di franamento, o meglio scoscendimento, sono levigati, crediamo noi, non per opera di ghiacciaio, ma sibbene per l'attrito enorme prodotto dallo strisciare su di essi del materiale rovinato e spinto in massa al basso come una colata.

Bacino di Rhêmes Notre Dame. — Uscita dalla stretta di Pellous la valle si amplia e si domina il bellissimo bacino di Rhêmes Notre Dame. Questo bacino dal villaggio di Chaudana a quello di Canavay misura una lunghezza di un miglio circa (2500 metri); è leggermente accidentato e limitato a monte ed a valle da rialzi morenici o di deiezione dei torrenti laterali; è tutto costituito da alluvione. L'altezza sul livello del mare del piano presso la chiesa di Rhêmes Notre Dame è di 1731 metri. Dalla pianura di Thumel al bacino di Rhêmes Notre Dame la discesa è di 350 metri con una pendenza media del 4 $^1/_2$ per $^0/_0$. Da destra, e cominciando dall'alto viene a sboccare presso Chaudana alla Dora di Rhêmes il torrente di Entrelavi; il vallone di questo nome sale rapidamente tagliato nella morena laterale ed in mezzo a folti boschi fino a che, superato un erto gradino, si allarga in ampio bacino di pascoli formati di limo finissimo, cosparso di grossi frammenti di calceschisto, e si divide

più in alto in due valloncini che terminano ad una colossale morena recente al piede del ghiacciaio di Entrelavi. Il limo trascinato in basso dal torrente nella demolizione della morena è tale che le acque scendono in cascata a Chaudana estremamente torbide e coprirono le roccie laterali di forte strato di belletta grigio chiara. A sud est il vallone di Entrelavi è limitato dalla cresta, che riunisce le due belle punte di Sambeina e di Vaudaletta, a nord da una costiera selvaggia che conduce alle Cima di Gollien sulla spartiacque con Val Savaranche; in mezzo del clinale estremo sta il Colle d'Entrelavi che conduce al valloncino Charanche (Val Savaranche); sul colle sta una posta di caccia reale. È curiosa cosa l'osservare in questo vallone come il torrente giunto al piano dei pascoli di Entrelavi scompare quasi affatto, mantenendosi sotterraneo fino a che sbocca fra le rupi a pochi metri sotto il margine estremo del piano là ove comincia la ripida discesa fra i boschi. In mezzo a questa si eleva una strana guglia di calceschisto, che chiamasi il Rocher du Quoilette (del gufo). La lunghezza del vallone di Entrelavi è di 3 chilometri e mezzo, con una pendenza media del 33 per $^0/_0$.

Un altro vallone viene a sboccare da destra sul bacino di Notre Dame de Rhêmes presso il suo termine a valle, il vallone di Sort. È un vallone arido e desolato con magrissimi pascoli ricoperti di massi rovinati dalle ripide roccie della Mitre (Parey de la Chaussietta) e dalla Cima di Gollien a sud. Lo sbocco del vallone è stretto in un canale inciso nella morena laterale coperta di folto bosco, si allarga a mezzo nella conca di Sort, e nell'alto, tutto frane, raggiunge il clinale divisorio con Val Savaranche tra le due punte or nominate, ove passa un colle, il Colle di Sort, raggiunto sul versante orientale (Val Savaranche), come il Colle d'Entrelavi, da una strada reale di caccia dai pascoli di Djouan. Nell'angolo sud est alla base della Cima di Gollien noi riescimmo a tracciare un nuovo colle, il Colle di Gollien, che immette nel valloncino Charanche (Val Savaranche). Questo vallone di Sort si sviluppa per 4 chilometri con una pendenza media del 28 per $^0/_0$.

Un terzo valloncino sbocca di fronte a Canavay nel bacino di Rhêmes Notre Dame; è il valloncino di Chaussietta. Si sale per la morena imboschita, cui tien dietro un dosso a dolce pendìo con pascoli molto ingombri da *clappeys*, che si formano pel rovinìo dalla erta parete occidentale della Mitre e dalla costiera che la rilega alla Bioula. Tutto questo fianco destro della valle dal vallone di Sort fino alla Punta di Chamoussière è estremamente selvaggio. Il valloncino di Chaussietta misura poco più di due chilometri e mezzo con un dislivello di 1700 metri, cioè con una pendenza media del 68 per $^0/_0$; ciò deve renderci idea della enorme ripidezza della costiera della Mitre.

Più erta ancora e più selvaggia è la montagna formante il versante occidentale. La costiera che scende dalla Grande Rousse si abbassa quasi a picco sul piano della parrocchia; enormi scaglioni di roccia salgono alla base della Grande Rousse, la cui punta acuminata, piramide veramente aerea, si profila netta e superba sul cielo, quasi a minaccia di prossima rovina. La distanza orizzontale dal piano alla Grande Rousse è appena di 2 chilometri e il dislivello di 1957 metri, una pendenza quindi del 98 per $^0/_0$. Questa costiera, priva di boschi, di pascoli, formata da grandi pareti di roccia, a gradinata, corre da sud ovest a nord est ed è incisa sul suo fianco a sud

da una breve ed erta gola, il Combal di Pera, il cui torrentello creò un enorme cono di deiezione, che raggiunge la valle presso a Chaudana.

A cinquecento metri circa a valle della parrocchia un bel cono di deiezione invade da sinistra il bacino formato dal torrente del vallone di Torrent; questo vallone merita un cenno speciale per la sua grandiosità selvaggia. La costiera declinante a sud est dalla Grande Rousse viene all'incontro di altra non meno aspra costiera, che dalle Rayes de S[t] Michel, sul clinale, sta tra Val di Rhêmes e Val Grisanche, e scende al bacino in discorso in direzione est 30° sud. Una gola strettissima, chiusa da pareti possenti di strati spaccati, intercede tra le terminazioni delle due costiere e dà sbocco al torrente. Oltrepassata, salendo sulle chine laterali di detriti al pie' delle roccie, la orrida gola, si apre, là ove stanno i pascoli di Torrent, un ampio circo di rupi e di ghiacci, la cui esistenza non può essere sospettata dal basso. A sinistra un bel ghiacciaio poggiante su alto gradino di roccia, il ghiacciaio di Torrent, dominato dalla sorpiombante Grande Rousse e da un gran muro di roccie, che lega questa ultima alla Becca di Tej (3400 metri). Al basso del ghiacciaio enormi colate moreniche, che inferiormente si rivestono di zolla erbosa. A destra un cunicolo pieno di detriti coperti di erbe, formante un piano inclinato ripidissimo, sale ad una triplice incisura, cioè divisa in tre finestre al piede nord dello spigolo scendente dalla Becca di Tej; l'incisura è il Colle di Torrent o Finestra d'Épéra. A nord di questa la parete listata della Punta delle Rayes de S.[t] Michel, che in muro di roccia costeggia il vallone fino alla forra di sbocco. Nulla di più strano di questo selvaggissimo circo, anfiteatro di rupi, ampio in alto e sboccante al basso per un taglio di pochi metri di luce. Numerosi i camosci, numerosissime le marmotte, che vi trovano la tranquillità, giacchè i pochi pascoli danno alimento a scarso bestiame. Questo vallone diviso poi nell'interno in piccoli valloncini ha circa tre chilometri di lunghezza dallo sbocco alla Becca di Tej ed una larghezza massima in alto di quasi quattro chilometri, e ad esso corrispondono quasi cinque chilometri di clinale della catena secondaria. Il Colle di Torrent mette nel valloncino di Nua in Val Grisanche. La pendenza media del vallone di Torrent è del 56 per $^0/_0$.

Il bacino di Rhêmes Notre Dame è lungo poco più di due chilometri colla massima larghezza di 250 metri. A valle è limitato al villaggio di Canavay dal cono di deiezione di un torrentello scendente dal vallone di Jussune.

Bacino di Melignon. — Da Canavay a giungere a Melignon la valle non ha forte pendenza, e può dirsi costituita da un lungo bacino accidentato dai molti coni di deiezione dei torrenti da destra e da sinistra rovinati dalli ripidi versanti; solo a Melignon si presenta un tratto veramente pianeggiante a forma di bacino allungato. Questo tratto della valle ha una lunghezza di quattro chilometri con un dislivello di 150 metri, ciò che dà una pendenza media poco meno del 4 per $^0/_0$. A destra la montagna forma un versante orrido e selvaggio: troviamo un primo gradino cui si sale per ripido piano di foresta, sgraziatamente ora quasi distrutta, poi una terrazza a piano inclinato dolce, ma stretta, tutta *clappeys:* poi enormi frane ed in ultimo la parete della costiera che riunisce la Mitre alla Bioula ed alla Cima di Ran. Da questa orrida costiera scendono alcuni canali, più che valloni, dell' aspetto il più selvaggio, nei quali all' epoca della fusione delle nevi o

duranti gli acquazzoni rovinano masse colossali di acqua, melma e frantumi, che crearono e creano i varî coni di deiezione che accidentano il bacino e su cui stanno, sulla destra, i casali di Artalle e Brumon. Fra questi canaloni più marcati sono quelli di Artalle e di Lorgibett. Non è a dire come in essi non si abbia nemmeno l'ombra di pascoli. Le loro pendenze esageratissime giungono oltre al 100 per $^0/_0$.

Da sinistra la montagna non è meno erta e selvaggia. Uno stretto vallone, quello di Jussune sbocca formando un gran cono di deiezione, a valle di Canavay ed a monte del villaggio del Carré. Questo vallone è limitato a sud dalla costiera, che si stacca dalle Rayes de S.t Michel ed a nord da altra selvaggia costiera, che si stacca dalla cima di Becca di Pré d'Amont e più in basso si divide in tre erti contrafforti, quello che viene a termine di fronte al villaggio di Artalle presso il Carré, il più meridionale; il secondo più breve viene alla valle di fronte al villaggio di Brumon e tra questi due primi contrafforti s'include un piccolo vallone. Il terzo scende a Melignon limitando a nord il vallone di Laugier, che in alto si foggia a conca e contiene alcuni pascoli molto limitati. Il punto di separazione dei tre contrafforti è la Becca Laugier. Il vallone di Jussune si bipartisce nell'alto per una costiera, che scende dal clinale divisorio con Val Grisanche a mezzo tragitto tra le Rayes de S.t Michel e la Becca di Pré d'Amont. La lunghezza del vallone di Jussune è di 2 chilometri e 600 metri con una pendenza del 55 $^0/_0$. Due incisure nell'orrido clinale, la Finestra di Jussune e la Finestra di Plonta servono di valico in Val Grisanche, ma non sono praticate che da cacciatori e pastori. Il vallone di Jussune non dà che magri pascoli per le ovine. Il piccolo vallone di Laugier non ha che due chilometri di lunghezza con la fortissima pendenza del 60 per $^0/_0$.

Stretta di Créton. — Dai casolari della Barma, al termine del piccolo bacino alluvionale di Melignon, il torrente della valle si precipita in una forra lunga circa 2 chilometri fin presso l'Oratorio, sulla destra di fronte al villaggio di Proussa. Il dislivello è di circa 250 metri, per cui una pendenza media della valle del 12 e $^1/_2$ per $^0/_0$. A destra rupi levigate da antichi ghiacci e coperte di zolla erbosa sul terrazzo di erosione glaciale e poi accumuli di rottami dominati da roccie aspre e nude della Punta di Ran e della Punta di Chamoussière. Due o tre piccoli valloni incidono questo selvaggio versante: quello di Nequidé tra la Punta di Bioula e la Punta di Ran, e quello di Rigo tra la Punta di Ran e la Punta di Chamoussière sono i principali. Estremamente ripidi contengono magri pascoli e vengono a sboccare il primo a monte del curioso villaggio di Créton, il secondo a valle del medesimo. Il villaggio di Créton, lo dice il nome, è costrutto su una rupe un 100 metri sul *thalweg* della valle, rupe che in alto si foggia a piattaforma, coperta di praterie. Altro piccolo vallone, tutto frane, quello di Bioula o meglio di Chamoussière scende da destra alla valle di fronte a Proussa.

Da sinistra sbocca presso la Barma il vallone di Feluma divisa in due in alto sopra i pascoli dello istesso nome. Ripido si appoggia alle erte pareti della Becca di Toss (3290 metri) a nord, ed a quelle non meno erte della Becca di Pré d'Amont e della Becca Langier a sud. Questo, si può dire, è l'ultimo vero vallone scendente alla valle; più in basso non abbiamo più che dei canali ripidissimi senza pascoli per bestiame bovino, scavati in roccie ertissime, nude, bruciate dal sole. Fino a

Proussa sono i canali di Cortod, di Morgnioz, di Prositti scendenti dal clinale diviso in diverse punte, la Becca di Toss, la Becca dou Merlo, la Becca del Pissau. Questi canali conducono al basso largo contingente di macerie formanti tanti piccoli ed irregolari coni di deiezione. Ad un terzo presso a poco di salita del versante sinistro abbiamo una terrazza con lembi morenici, su cui stanno i casali di Cortod, la Clou, Lordicou, Plan-Prà, Morgnioz e Proussa.

Bacino di Rhêmes-S^{t}-George. — A valle di Proussa troviamo sulla sinistra il villaggio di Frassiney, costrutto in località desolata dalle deiezioni torrenziali ed a destra un immenso rovinìo prodotto dal torrente di Monforrat. Qui la valle è selvaggia ed orrida senza grandiosità, senza valore pittorico; è una brutta, triste e monotona valle. A sinistra un lungo versante tutto rupi aride e solcate da scanalature, donde in tempo di pioggia rovinano melma e frantumi: nessun vero pascolo; in basso pochi e tristi casali sul ghiado del torrente, come quelli di Voex; appena appena qualche triste campo coltivato su microscopici lembi morenici. A sinistra la valle presenta miglior aspetto; sono chine erbose, funestate però da alluvioni torrenziali, e su di esse fianchi di montagna nudi e tagliati ancora da numerosi canali. Chiude quasi la valle il poggio verde e coltivato su cui sta la parrocchia di Rhêmes-S^{t}-George (metri 1230). Sotto ed attorno a questo poggio stanno i casali di Sarrod, Coveyrand, Viù e Cachoz. Un sentiero tra campi, prati e radi boschi conduce al valico di Champ Prémont per scendere a Chevrère in Val Savaranche. È fortissimo il contrasto qui fra i due versanti, il destro a dolce pendìo, ricco di acque e verzura, il sinistro squallido ed erta parete di nuda roccia.

La Dora di Rhêmes scorre in un letto tutto ghiaie per 5 chilometri fino sotto Sarrod ove termina il bacino di Rhêmes-S^{t}-George con una pendenza media del 7 per $^{0}/_{0}$.

Stretta di Tâche e sbocco della valle. — Le due catene secondarie a valle di Rhêmes-S^{t}-George si avvicinano, mentre declinano per boschi e larghe aree moreniche al loro termine; la valle si trasforma in vera gola; il torrente s'inabissa in un profondo e stretto canale fiancheggiato a destra dalla terrazza morenica di Tâche, e corre all'incontro della Savara per quattro chilometri, colla quale sbocca poi due chilometri più in basso nella Baltea a 628 metri sul mare, con una media pendenza per questi ultimi 6 chilometri del 6 per $^{0}/_{0}$. La terminazione delle due catene includenti la Val di Rhêmes si arrotondano in ampie terrazze di erosione glaciale, coperte da morenico. A destra sta il villaggio col castello d'Indrod (metri 883), a sinistra sono fra campi, prati e massi di noci e castagni i casali delle Villes riuniti ad Introd da un bellissimo ponte gittato sul burrone, nel cui fondo, a 45 metri sotto, rumoreggia nella sua prigione di rupi la Dora di Rhêmes. Più in basso sul pendìo scendente alla Baltea figurano i vigneti, e si è abbandonata la regione alpina. Prima di giungere al suo termine la catena secondaria divisoria da Val Grisanche si foggia ad ampia depressione coperta di morenico, ove stanno i campi ed i prati delle Combes che mettono al Grand Aury in Val Grisanche.

E ciò basti per la descrizione topografica della Valle di Rhêmes. Passiamo ora allo studio litologico delle sue montagne.

Litologia. — Negli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso* noi avevamo diviso le forme petrografiche della *zona delle pietre verdi* o terreni cristallini recenti in roccie

magnesiache, roccie feldispatiche, roccie calcaree. Nella Valle di Rhêmes abbiamo come dominanti i terreni cristallini recenti; vi troveremo rappresentate per conseguenza le tre categorie ora accennate. Oltre a questo abbiamo dei lembi, anche molto estesi di roccie più recenti, calcari e quarziti. Infine vengono tutti quei cumuli detritici rappresentati da terreni quaternari, morene, frane, coni di deiezione, alluvioni; a questi aggiungeremo i tufi calcarei. Il nostro studio litologico rimane per conseguenza suddiviso in tre parti: roccie cristalline, roccie calcareo-quarzose recenti, depositi detritici e di sfacelo.

Roccie cristalline: feldispatiche e quarzoso-micacee. — Delle tre principali divisioni delle forme petrografiche delli terreni cristallini recenti in Val di Rhêmes è specialmente sviluppata e dominante quella delle roccie feldispatiche del tipo gneiss, le quali fanno però graduato passaggio, e sono intimamente collegate cogli schisti micacei raramente assolutamente privi di feldispato, con delle quarziti, cogli schisti calcari che in quel nostro primo studio avevamo posti nella divisione delle roccie calcari. Ora, in Val di Rhêmes, l' intercalazione dei gneiss, dei micaschisti, delle quarziti, dei calceschisti, la ripetuta e locale sostituzione degli uni cogli altri è così evidente, che non possiamo discorrerne separatamente, o classarli in differenti divisioni. Sono essi che col loro assieme formano l'ossatura delle montagne di Val di Rhêmes; tutte le altre roccie cristalline recenti rappresentano la porzione minima, sono perdute in strati intercalati or qua e là ed isolati tra la massa delle stratificazioni delle roccie preaccennate.

Il gneiss lo incontriamo ben caratterizzato nelle seguenti località:

Imbocco della valle e roccie laterali da Sarrod fino alla Dora Baltea; i poggi delle Villes, Introd, Plan d'Introd, Buillet, Tâche, limati da antico ghiacciaio e coperti da lembi morenici sono di gneiss, come pure è di gneiss l'alta ed aspra parete di roccia di fronte a Rhêmes-St-George.

Il versante destro della valle di fronte a Frassiney corrispondente ai valloni di Monforrat e Bioula o Chamoussière.

Il basso del versante destro tra i canali di Lorgibett ed Artalle; questo sviluppo di gneiss attraversa la valle e sale sul versante sinistro nei valloni di Laugier e di Jussune.

L'alta costiera della Mitre dal Colle di Sort fin quasi alla Bioula con tutta la metà superiore dei valloni di Chaussietta e di Sort sulla destra della valle.

Sulla sinistra di questa l'alto del vallone di Torrent, la Grande Rousse, l'orrido burrone di Pellous, le roccie levigate di Fos, Plan Leiget, Chantarre.

Il gneiss di Val di Rhêmes è generalmente a grana e a struttura piuttosto fina, tanto che riesce difficile tracciare a primo colpo d'occhio una demarcazione netta tra il gneiss e il micaschisto, tanto più che il passaggio dell'uno all'altro tipo di roccia si fa per lentissima graduazione e per l'intermezzo dei micaschisti contenenti del feldispato granulare.

Possiamo segnalare in Val di Rhêmes le seguenti varietà di gneiss.

Gneiss a grana piuttosto grossa, laminato, cioè cogli elementi disposti in lenti o straterelli ondulati alternanti, bianco-grigiastri pel quarzo e feldispato granulosi, e grigio-scuri per la mica: il quarzo predomina sul feldispato, la mica è in scagliette

tenuissime di color grigio scuro; nell'assieme presenta qualche analogia di struttura e di tinte a liste ondulate con alcune forme di gneiss antichi; manca però assolutamente il carattere della porfiroideità e la presenza di noduli ellittici, lenticolari, schiacciati di quarzo o feldispato rivestiti di mica, caratteri dei gneiss antichi. Inoltre il feldispato è finamente granuloso e mai in cristalli visibili per certo volume. La gran parete del burrone di Pellous è formata in parte, nel basso, di questo gneiss (Collezione 1877 n. 36).

Gneiss a grana mediocre, noduletti di quarzo granulosi e minuti cristallini di feldispato, rivestiti da mica grigio-verdiccia brillante, a scagliette di medio sviluppo (da $^1/_2$ a 1 millimetro); trovasi ben caratterizzato a Melignon (n. 21).

Gneiss come il precedente, ma a grana più grossa e cristalli feldispatici meglio definiti e visibili, a Barmaverain (n. 42); la mica vi è grigio-chiara brillante e grigio-verde, appannata, in laminette di 2 a 3 millimetri, contiene macchiette ferrugginose; lo stesso più ricco di piriti decomposte a Thumel (n. 51).

Gneiss a grana più fina, a quarzo e feldispato granulari cristallini e pagliette micacee verde-grigio o grigio-chiare; talora fissile la roccia da dividersi comodamente in lastre di 1 o 2 centimetri di spessore; è la varietà dominante nella valle; citiamo come tipici i gneiss di Jussune, Notre Dame di Rhêmes, Grande Vaudalla, Lavassei, Feluma (n. 8, 87, 88, 72, 58, 22).

Gneiss a grana finissima, ad elementi granulari, mica verde-chiara, o grigia, o bianchiccia, roccia molto fissile, come a Feluma, Finestra d'Épéra, Lorgibett (n. 9, 6, 24, 27, 23, 25).

Vengono poi delle varietà che si allontanano di più dal tipo abituale del gneiss recente, quali il gneiss largamente micaceo di Barmaverain (n. 41), largamente micaceo profondamente alterato della Fenêtre d'Épéra (n. 47), molto quarzoso a mica bianca e della Finestra d'Épéra (n. 48) e del vallone di Pellous (n. 40).

I minerali accidentali che possano trovarsi nel gneiss di Val di Rhêmes sono: la pirite in piccoli grani cristallini: la limonite in macchiette provenienti da decomposizione di pirite o di altri minerali di ferro: la siderite in piccoli cristallini: la clorite in iscagliette verdiccie commiste alla mica: il talco in identiche condizioni: l'epidoto in granuli verdi giallastri: granato in piccoli cristalli: l'amfibolo in fibre cristalline. Questi minerali non trovammo però mai in tale abbondanza ed in aree tanto sviluppate da autorizzarci a formare varietà distinte della roccia. Non manca l'elemento calcareo a determinare un passaggio ai calceschisti.

Gli schisti micacei, o rappresentati da sola mica, o da mica intercalata da straterelli di quarzo granulare cristallino, o da mica con intercalazioni quarzose feldispatiche si mostrano più specialmente rappresentati nelle seguenti località.

A Rhêmes-S^t-George in una serie di strati sottostanti al vero gneiss, che taglierebbe obliquamente la valle da est 5° nord, ad ovest 5° sud risalendo il sinistro versante fino ai confini con Val Grisanche. A questi micaschisti sottostanno dei calceschisti e poi nuovi gneiss sempre collo istesso andamento.

A Créton, Nequidé, Punta di Chamoussiere, Punta di Ran sul versante destro, a Melignon, Barma, vallone di Feluma, vallone di Laugier ed in alto del vallone di Jussune altra zona di micaschisti.

Una terza zona di micaschisti sottoincombe al gneiss nel basso dei valloni di Artalle, Chaussietta, Sort, Entrelavi, Thruce, Vaudaletta, Grande Vaudalla pel versante destro; e dei valloni Jussune, Torrent, Pellous, a Fos, Barmaverain, Goletta, Picco della Traversière pel versante sinistro.

Le varietà rappresentate sono:

Micaschisto quarzoso, feldispatico, passaggio al gneiss, a fina-grana, a mica bianco-argentina o grigio-chiara; a Thumel (n. 50).

Micaschisto gneissico, a struttura come il precedente, a mica grigia; al vallone di Pellous (n. 49).

Micaschisto gneissico, a mica scura con elementi feldispatici cristallini ben visibili; nel vallone di Feluma (n. 11) e nel vallone di Torrent (n. 5).

Micaschisto gneissico, a grossa grana alterato; alle Rayes di S[t]. Michel (n. 3).

Micaschisto, a larghe scaglie di mica alterato; nei valloni di Torrent e di Vaudaletta (n. 62 e 89).

Micaschisto, a larghe scaglie di mica pieghettata, parzialmente decomposta, con cristallini accidentalmente dispersi di feldispato; a Notre Dame di Rhêmes (n. 86).

Micaschisto, a grana mediocre, mica grigia alquanto alterata, e quarzo in granuli interposti; a Lavassei (n. 59).

Micaschisto a fini elementi, molto fissile, quarzo granulare e la mica in iscagliette grigio-scure nella pasta cristallina quarzosa; nei valloni di Jussune e di Feluma (n. 13, 12).

Micaschisto, a larghe scaglie di mica bianco-argentina disperse ed in rivestimenti con quarzo vitreo predominante: passaggio alle quarziti per l'intermezzo delle quarziti micacee; Becca di Tej e Sotze (n. 2, 53).

L'ultima forma di micaschisto fa passaggio alle quarziti dei terreni cristallini recenti, che noi possiamo incontrare e studiare nelle seguenti varietà e località.

Quarzite, a quarzo bianco quasi grasso con molte e larghe scaglie di mica bianco-argentina, cristallini di granato gialliccio e rosso e di pirite; a Rhêmes Notre Dame (n. 90).

Quarzite, micacea, molto analoga alla precedente, ma più ricca in mica decomposta; alla Punta di Ran (n. 26), alla Punta della Bioula, al canale di Lorgibett e d'Artalle.

Quarzite meno micacea, a quarzo granulare cristallino; al vallone di Feluma (n. 18).

Quarzite a grana molto fina, cristallina, con piccolissime scaglie di mica bianco-argentina, divisibile la roccia in lastre di un centimetro di spessore; nel vallone di Pellous (n. 35) e Punta della Palletta (n. 56).

Quarzite grigia, a grana mediocre colorita sulla superficie delle lastre in rosso giallo d'ocra per decomposizione di piriti, che trovansi nella massa, divisibile la roccia in lastre variabili da 1 a 7 centimetri di spessore; nel vallone di Jussune (n. 14, 17).

Quarzite (quarzo grasso), in lamine più o meno potenti nei micaschisti; a Lavassei (n. 69).

Le quarziti in genere nelle roccie cristalline non formano delle stratificazioni di grande potenza; sono rappresentate piuttosto da lenti più o meno estese e strati più o meno potenti accidentalmente intercalati e ai gneiss e ai micaschisti e ai calceschisti. Non così per le quarziti dipendenti dai terreni più giovani dei cristallini

recenti. Negli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso* noi abbiamo già discorso di quarziti nei terreni cristallini antichi, come le *bargioline* di Barge; nella *zona delle pietre verdi* o terreni cristallini recenti abbiamo altre quarziti ben distinguibili da quelle che alcuni geologi considerano come triassiche e che si trovano in terreni più recenti del carbonifero certamente; e queste ultime formano talora intieri gruppi di montagne e troveremo pur anche nella valle di cui ora ci occupiamo.

Se ai micaschisti, ai gneiss impoveriti di quarzo e di feldispato, noi aggiungiamo l'elemento calcareo cristallino, passiamo gradatamente ai calceschisti, i quali, poi, riuscendo dominante il carbonato di calce in granuli cristallini, passano ai calcari cristallini della *zona delle pietre verdi.* Questi calceschisti, abbondantissimi nelle Alpi in genere, e formanti parte apprezzabilissima dei terreni cristallini recenti, non mancano nella Valle di Rhêmes, anzi vi formano estese zone, come i gneiss ed i micaschisti sopra descritti. Là ove trovansi i calceschisti la montagna è più soggetta a sfacelo in minuti detriti, quindi, ove il pendìo non sia troppo forte e la circolazione acquea il comporti, si cuopre di pascoli più che ove dominano roccie di altra natura.

Una prima zona di calceschisti, a cominciare dal basso, troviamo in Val di Rhêmes sul versante destro da Champ Prémont al *thalweg*, zona che risale obliquamente il sinistro versante sopra Voex e Frassiney alla Becca del Pissau, di Chanim, di Chau Chien, dou Merlo fino a quella di Toss. Questa zona ricompare sulle alture di Becca Raimond, del Colle di Bassac.

Una seconda zona più profonda forma l'alto del versante destro del Colle di Sort fino alle Cima Bousson.

Non abbiamo grandi varianti nel modo di presentarsi all'aspetto esterno dei calceschisti; desse dipendono specialmente dal rapporto della mica, ordinariamente in scaglie larghe e brillanti, bianca o grigio-chiara, ovvero rosso-bruna per alterazione, col quantitativo di elemento calcareo cristallino. Si può passare gradatamente dal micaschisto alquanto calcarifero al vero calcare cristallino alquanto micaceo. Il calceschisto di Val di Rhêmes si può considerare come tipico (num. 31, 32, 33, 34).

Roccie cristalline: calcaree. — Abbiamo lasciato ultimo l'esame del calceschisto per avere la transizione alla divisione delle roccie cristalline calcaree. In concomitanza coi calceschisti specialmente, ma anche con altre roccie cristalline troviamo in Val di Rhêmes due allineamenti di lenti di calcari cristallini, che fanno seguito a quelle che, attraversando la vicina Val Savaranche, vengono dalle regioni del gruppo del Gran Paradiso. Uno di questi allineamenti, il più recente, superiore stratigraficamente parlando, si mostra a Champ Prémont, scende obliquamente quasi alla valle, poi ricompare a mezza salita sul versante sinistro sopra Frassiney, Proussa, Cortod, nei valloni di Feluma, e di Laugier, nel vallone di Pellous, a Plan Leiget, sotto al Colle di Bassac, al Picco della Traversière.

L'altro allineamento di lenti calcaree entra da Val Savaranche in Val di Rhêmes alla Cima de Gollien, sèguita per la Punta di Vaudaletta, pel vallone della Grande Vaudalla e sale alla Cima Bousson. Le carniole o tufi giallastri che accompagnano questi allineamenti li rendono visibili a distanza.

I calcari cristallini di Val di Rhêmes presentano le seguenti varietà:

Calcare cristallino grigio con molte scagliette di mica grigio-chiara; Grande Vaudalla (n. 66, 80, 81).

Calcare cristallino grigio più chiaro del precedente, con scagliette di mica a tinta chiara; vallone di Laugier (n. 19).

Calcare cristallino grigio-chiaro quasi privo di laminette micacee; Punta Vaudaletta e Grande Vaudalla (n. 44 e 45).

Calcare cristallino bianco giallastro, con laminette di mica grigio-chiara o di talco o di clorite; Lavassei, vallone di Feluma, vallone di Vaudaletta (n. 65, 20, 79).

Calcare cristallino a grana fina perfettamente puro bianchissimo; Colle d'Épéra (n. 1).

I calcari cristallini sono accompagnati, come tutte le formazioni calcari anche più recenti nelle Alpi, da calcari terrosi, giallastri, cellulari, con frammenti inclusi di altre roccie, in colate, rivestimenti, rovine al pie' dei giacimenti calcari; questi materiali furono considerati generalmente come carniole. Noi crediamo si abbia a fare piuttosto con tufi calcari, materiale di decomposizione chimico-fisica delle formazioni calcari. Non intendiamo di negare l'esistenza delle carniole, ma questi calcari terrosi giallastri che studiammo nelle Alpi Graie settentrionali ci sembrano doversi classare piuttosto tra tufi di minore o maggiore antichità che non fra le carniole.

Roccie cristalline: magnesiache. — Le roccie magnesiache, le vere roccie verdi, sono scarsamente rappresentate in Val di Rhêmes.

Le roccie amfiboliche si trovano in piccoli lembi nel gneiss allo sbocco della valle sopra a Tâche, di fronte a Frassiney sul versante destro verso l'alto del clinale divisorio con Val Savaranche. Una striscia di gneiss a grana fina in alto dei valloni di Feluma, Jussune, e Torrent si arricchisce di fibrille d'amfibolo e pagliette di clorite prendendo una tinta verde scura, come quella degli schisti amfibolici (n. 7 e 4). Striscie di schisti amfibolici o di gneiss o micaschisti ricchi di amfibolo compaiono sul ripido fianco della Grande Rousse, nel vallone di Pellous, verso il Colle di Bassac ed al Picco della Traversière. Sul versante destro le roccie amfiboliche si mostrano scarsamente: al Colle dell'Entrelavi, ove abbiamo una roccia molto tenace e dura, verde, massiccia formata di amfibolo orneblenda con macchie di epidoto e di granato (n. 29); alla Cima di Gollien nel vallone di Entrelavi, ove troviamo una specie di calceschisto decomposto, nel quale tra le lamine di mica si annidano cristalli di attinoto scuro (n. 83); alla Grande Vaudalla, in basso della Punta Sambeina, alla Vaudaletta.

Le roccie serpentinose sono rappresentate da lembi di serpentinoschisto presso a Vérogne, alla Punta di Chamoussière sul versante destro, e nei valloni di Feluma e Laugier sul versante sinistro della valle inferiore. In alto poi abbiamo schisti serpentinosi e serpentino nobile, compatto al Colle di Bassac ed al Picco della Traversière pel fianco sinistro. A destra un bellissimo serpentinoschisto si mostra al Colle di Entrelavi presso la Cima di Gollien (n. 28), che seguita per Vaudaletta e Grande Vaudalla fin quasi al ghiacciaio di Bassagne (n. 74, 76). Dei giacimenti di talco e talcoschisto molto tenero si trovano alla Grande Vaudalla e presso il ghiacciaio di Bassagne. Gli allineamenti serpentinosi sono quasi sempre in correlazione cogli allineamenti amfibolici.

Una roccia verde, che all'apparenza può confondersi colla serpentina o con una

clorite compatta pare debba riferirsi alla famiglia delle miche compatte, delle onkosine, non possediamo però ancora che dati molto incerti; è al Colle di Bassac e presso il ghiacciaio della Granta Parey che s'incontra in non grande sviluppo (n. 68).

Passiamo ora a roccie più recenti delle cristalline.

Roccie secondarie. — La splendida costiera della Tzantalena, della Granta Parey e del Berrier de l'Allée Noire, colla Punta di Calabre è formata da un gran lembo di calcari compatti o semicristallini posanti su un imbasamento di quarzite, rovesciatosi dall'immenso mantello di roccie secondarie, a seconda di molti geologi, che possentemente ed estesamente si sviluppa nella vicina Savoia. Un altro piccolo lembo staccatosi dal maggiore, rovinò sulla costiera Paletta a destra dei pascoli di Lavassei. Per ora limitiamoci all' esame litologico di queste formazioni rimandando a più avanti il loro esame stratigrafico.

Le quarziti d'imbasamento alla Granta Parey sono nascoste dal ghiacciaio, ma dei frammenti numerosi si trovano nella morena e qualche tenue spuntone emerge dai ghiacci sotto la Punta di Calabre. Si possono però vedere benissimo a destra dei pascoli Lavassei sulla costiera Paletta.

Questa quarzite è bianchissima, a granuli quarzosi semicristallini intimamente saldati assieme. Ora è leggermente translucida, a lamine piuttosto grosse con tenuissime pagliettine micacee bianche, così presso la Granta Parey (n. 57); altra volta è candidissima, opaca, priva assolutamente di scagliettine di mica, come presso a Lavassei (n. 52); ora invece è sottilmente laminare con rivestimenti micacei a separare le lamine quarzose come alla Punta Paletta (n. 75).

Il calcare sovrastante è di doppia natura, anzi, si può dire, presenta tre forme ben distinte. A struttura semicristallina o compatta, con accenno alla cristallinità: in alcuni punti si presenta esternamente giallastro, rotti però i frammenti, hanno una tinta grigia, o grigio-chiara, o biancastra, come alla Granta Parey. Talora è compatto tanto nell'interno che all'esterno, come ancora alla Granta Parey (n. 67) e contiene scagliette micacee. Finalmente lo si trova con tinta grigia scura, eminentemente schistoso, e questa varietà si trova quasi sempre superiore alle altre due precedenti, così sullo spigolo che dal Berrier de l'Allée Noire sale alla Granta Parey (n. 73, 54, 50).

Minerali utilizzabili. — La Valle di Rhêmes non ha quasi giacimenti di minerali utilizzabili. Dobbiamo accennare appena ad una crepa nei calceschisti presso il ghiacciaio di Bassagne, ripiena di una siderite quasi completamente ridotta in limonite (n. 71).

Nel vallone della Grande Vaudalla il calceschisto è nero per presenza di sostanza grafitosa ed antracitosa (n. 46), come pure presso i pascoli di Goletta (n. 63, 64); ciò fece credere agli abitanti di avere trovato un *Eldorado nero,* cioè dei forti giacimenti di carbon fossile; invece sono traccie inapprezzabili.

Citammo già il talco nei serpentinoschisti di Grande Vaudalla e di Bassagne, ma anche questi sono giacimenti di poca importanza.

Nemmeno buoni materiali da costruzione danno le roccie della valle; solo la pietra da calce è di qualità mediocre. È questa una povera valle dal lato di produzione mineralogica, come è desolata e triste in basso per terribili alluvioni.

Materiali di sfacelo. — Veniamo ai materiali di sfacelo e di trasporto consecutivo delle roccie in posto.

Abbiamo anzitutto molte colate tufacee al basso degli affioramenti calcarei; così al Mont Blanc di Champ Prémont, nei valloni di Feluma e Laugier, al Colle Bassac, ove il tufo calcareo contiene grossi frammenti di calceschisto, al Monte Bassac, al Lavassei, alla Costiera Paletta, al Colle Rosset, al Tout Blanc, al Colle d'Entrelavi. Questi tufi ora sono piuttosto compatti e più resistenti, giallastri, porosi, ma non cavernosi, come al vallone di Feluma (n. 15); ora sono ancora a struttura lapidea, ma cellulari, ed a frammenti di tinte gialle più o meno rossastre, come al Tout Blanc (n. 77); ora a cellule grossolanamente poliedriche, con cristalli dolomitici, e questi potrebbero considerarsi come i rappresentanti delle carniole, come alla Vaudaletta (n. 43); ora finalmente si presentano piuttosto come calcari corrosi nella massa, come ancora al Tout Blanc (n. 61).

Ci riserviamo, se nulla osterà al nostro buon volere, di raccogliere tutti quei dati che potranno condurci col tempo a stabilire con esattezza la vera natura di questi calcari cavernosi, che, per ora, provvisoriamente, e stando alla impressione ricevutane ripetutamente sul terreno, considereremo non come formazione vera, ma come risultato di azioni decomponenti chimiche e fisiche cui andarono localmente soggette le roccie calcari.

I veri depositi di trasporto sono rappresentati da alluvioni, frane, *clappeys,* coni di deiezione e morene, cui potremmo aggiungere il detrito minuto in posto e superficiale studiabile, specialmente nelle aree occupate dal calceschisto, come nel pianerottolo dei pascoli di Entrelavi.

Depositi alluvionali ricuoprono il *thalweg* della valle presso Villeneuve ove la Dora di Rhêmes scorre riunita alla Savara, il bacino che da Sarrod si stende fino a Voex, la dilatazione della valle presso Proussa, il bacino da Melignon al Carrè, il bacino di Rhêmes Notre Dame, il bacino di Thumel, e parte del piano di Lavassei.

I *clappeys* acquistano grande sviluppo tutto in basso della costiera della Mitre, alla Punta di Chamaussière, nell'alto del vallone di Sort, di quello di Entrelavi, di Grande Vaudalla e sulla costiera Paletta verso Bassagne. Grandi coni di deiezione stanno allo sbocco dei torrenti che da sinistra scendono a Pellous ed alla Chaudana, a Canavay, a Rhêmes Notre Dame, a Money e Brumon e presso a Frassiney.

Al basso del ripido versante sinistro i pochi pascoli e campi sono quasi tutti su pendii di detriti, su delle frane.

Fatta astrazione dalle morene recenti, delle quali meritano cenno quelle del ghiacciaio di Bassac, della Goletta, di Rhêmes, di Bassagne, di Entrelavi, di Torrent, abbiamo numerosi lembi morenici dovuti all'antico ghiacciaio della valle ai pascoli di Sotze, Lavassei, Goletta, Grande Vaudalla, Vaudaletta, Balmaverain, Fos, Chantarre, Thumel, Entrelavi; poi i lembi più bassi e più estesi di Pellous, Chaudana, Carré, Money, Melignon, Créton, Cortod, Proussa, Frassiney, Voex, Rhêmes-S^{t}-George, e Tâche. Son dovuti all'antico ghiacciaio di Valle d'Aosta i rivestimenti morenici di Buillet, Plan Introd, les Villes, Nerac, Brignon, les Combes.

Stratigrafia in rapporto colla orografia e l'idrografia. — Colpo d'occhio d'assieme. — I terreni costituenti le tre valli della Thuille, di Val Grisanche e di

Rhêmes, coi valloni interclusi nelle due diramazioni del clinale secondario divisorio tra Val della Thuille e Val Grisanche formano, astrazion fatta da quelli più recenti degli antracitiferi, un grande mantello adagiato sulle ellissoidi di terreni cristallini antichi del Monte Bianco e del Gran Paradiso. Formano, per conseguenza, un grande sinclinale a lembo molto regolare verso il Gran Paradiso e meno verso il Monte Bianco. Questo manto a fondo di battello, questo sinclinale è più o meno modificato localmente nel suo andamento stratigrafico da rigonfiamenti lentiformi di alcune speciali forme litologiche, specialmente le magnesiache, da accidentalità locali, che non devono infirmare il concetto generale stratigrafico, e da erosioni più o meno intense e profonde.

La Valle di Rhêmes è, dopo quella di Savaranche, la più vicina alla ellissoide del Gran Paradiso, egli è per ciò che le stratificazioni delle roccie che la costituiscono si drizzano verso questa ultima ellissoide, ed è a questo andamento che è dovuto l'aspetto generale della valle.

L'andamento generale della ellissoide del gruppo del Gran Paradiso è da sud 35° ovest a nord 35° est come risulta dagli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso.* Tale sarà pure in tesi generale l'andamento nella direzione degli strati dei terreni cristallini recenti, che si addossano a quelli antichi formanti la ellissoide, notando però che corrispondentemente al piccolo diametro, al rigonfiamento della ellissoide, verranno più o meno rigettati a nord nord est da un lato e ad est 30° nord dall'altro sullo istesso versante settentrionale della ellissoide. Questa modificazione sarà sempre più accentuata di mano in mano che dalle parti più vicine all'asse di sollevamento ci portiamo verso le regioni più da esso distanti quantunque facienti parte di esso sollevamento. Egli è per ciò che, quantunque regolare appaia l'andamento stratigrafico in Valle di Rhêmes, pur nondimeno dovremo accennare ad alcune deviazioni dal tipo regolare di esso. Non senza influenza per queste deviazioni sono la lontananza dal centro dell'area di sollevamento della ellissoide del Gran Paradiso e l'avvicinarsi a quello dell'area di sollevamento della ellissoide del Monte Bianco, e forse di quella del Grand Combin.

La Valle di Rhêmes forma colla sua direzione generale un angolo acuto di circa 20° colla Val Savaranche, ora ne viene di conseguenza che, mentre quest'ultima valle era incisa obliquamente alla direzione degli strati (carta 2ª *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso*) la Valle di Rhêmes seconderà maggiormente l'andamento stratigrafico e correrà preferibilmente parallela alla direzione degli strati, sarà pel massimo del suo decorso valle d'interstratificazione. Esaminiamola nelle varie sue parti, cominciando dal suo sbocco.

Valle inferiore. — A prendere le mosse da Introd gli strati di gneiss intercalati con micaschisti e con calceschisti e contenenti un banco calcareo ed altro amfibolico corrono diretti da sud 80° ovest a nord 80° est, mentre il *thalweg* della valle fino a monte di Rhêmes-S^t-George è diretto da sud 30° ovest a nord 30° est; ne viene che per questo tratto la Valle di Rhêmes scende obliqua per 50 gradi alla direzione degli strati colla apertura dell'angolo rivolta a nord est. Questo andamento della valle ci spiega come la parete erta che forma il fianco occidentale della valle si ripieghi in curva verso il nord est e che il clinale divisorio con Val Grisanche si prolunghi di più a valle, che non il clinale divisorio colla Val Savaranche, che viene

così ad essere tagliato per isbieco, e ci spiega ancora come la Dora di Rhêmes sia quella che corre all'incontro della Savara descrivendo una curva verso nord est. Se poi poniamo mente alla inclinazione degli strati ad ovest 75° nord ci persuaderemo come il versante sinistro corrispondente a testate di strati sia molto più ripido del destro corrispondente a piani di strati più profondi. La Dora di Rhêmes, trovando sulla sinistra testate di strati, incontrava maggior resistenza che non a destra per il lavoro di erosione, donde il suo inflettersi a nord est, contribuendo per suo conto ad accentuare la direzione della valle. Il versante destro poi più dolce si ammanta di detriti minuti, di pascoli e boschi, ed è ricco di acque in grazia della sua condizione stratigrafica. Il valloncino di Champ-Prémont è dovuto alla maggiore erodibilità del banco di calcare e tufo, che gli corrisponde. Lo andamento stratigrafico in questo più basso tratto della valle è messo in evidenza dalle sezioni n. I e n. II le quali attraversano su due direzioni, formanti un angolo di 40 gradi, prima un'ampia zona di gneiss, cui sottostanno dei micaschisti, dei calceschisti, con un banco di calcare cristallino, poi una seconda zona più profonda di gneiss.

Da Rhêmes-S^t-George fino a Créton o quasi a Melignon la valle risale tagliando ancora obliquamente la direzione degli strati, ma con un angolo così acuto che quasi quasi potremmo già considerarla come valle d'interstratificazione. Difatti la direzione generale degli strati è da sud 25° ovest a nord 25° est, e la valle si dirige dall'alto al basso da sud 18° ovest a nord 18° est, con una differenza di appena 7 gradi, angolo aperto a nord nord est. Anche qui la erosione meno facile sul fianco sinistro ha rigettato le acque a destra, anzi si può dire che qui appunto, alla forra di Melignon, ebbe cominciamento la deviazione a nord est della valle, rendendosi obliqua agli strati; e la deviazione acquista man mano di valore portandosi più in basso. Gli strati da Rhêmes-S^t-George a Melignon inclinano ad ovest 20° nord di 50° sul versante sinistro e di 35° a 15° sul versante destro. In corrispondenza della valle tra Melignon e Créton abbiamo una piega con lacerazione, che diede origine alla forra di Melignon. Questo fatto è rappresentato dalla sezione verticale n. III, che è condotta attraverso ai micaschisti, poi, in ordine discendente dagli strati più elevati ai più profondi, ai gneiss contenenti quarziti, poi a nuovi micaschisti.

I valloni che scendono alla Dora di Rhêmes da sinistra, cioè quelli di Proussa, Cortod, Feluma, e da destra, quelli di Monforrat, Bioula, Rigo, Nequidé, sono valloni di erosione, normali all'andamento di direzione degli strati, come risulta dalla carta 2^a.

L'inclinazione ad ovest 20° nord degli stati produce la forte pendenza dei valloni di sinistra; quelli di destra sarebbero a pendìo meno ripido se non intervenisse in questo tratto di valle, specialmente di fronte a Melignon, la lacerazione di piega.

Bacino di Rhêmes Notre Dame. — Da Melignon fino a Chaudana la valle corre parallela alla direzione degli strati, però da Melignon fino a Notre Dame di Rhêmes abbiamo la complicazione della lacerazione più sopra menzionata, per cui i gneiss della estrema costiera Bioula-Mitre sulla destra, si ripetono in basso a mezza salita sul versante sinistro. Pei due bacini di Melignon e di Rhêmes Notre Dame la direzione degli strati è da sud 25° ovest a nord 25° est e questa presso a poco è la direzione della valle, quindi questa diventa d'interstratificazione. Gli strati inclinano ad ovest 30° nord di 30° a 45°; inutile il dire come il versante sinistro sia

molto ripido ed elevato e si slanci orrido e con esagerata pendenza alla Grande Rousse, sia privo di pascoli, i valloni vi siano scarsi e più burroni che altro, e manchino le acque sorgive; all'opposto il versante destro è meno erto, tagliato da valloni di certa ampiezza, con pascoli, acque sorgive e ghiacciai nell'alto come quelli di Chaussietta, Sort, Entrelavi. Tanto su un versante che l'altro, i valloni sono normali alla direzione degli strati. Questa condizione di cose è rappresentata dalla sezione verticale n. IV. In alto del vallone d'Entrelavi, è un complesso di amfiboliti, serpentini, calcari cristallini e calceschisti, cui si addossa una zona di micaschisti, e su di questi una zona di gneiss.

Bacino di Thumel. — Da Rhêmes Notre Dame fino a Thumel le cose non cambiano, la valle continua ad essere veramente d'interstratificazione; il versante sinistro, corrispondente a testate di strati, sempre arduo e scosceso, ed il destro meno erto, a valloni ampî e con pascoli, come lo prova il vallone della Vaudaletta.

Da Thumel però la direzione degli strati si piega dalla precedente a quella di sud 35° ovest a nord 35° est, e corrispondentemente la valle piega anch'essa rimontando verso sud 35° ovest per la stretta gola di Balmaverain fino al piano inferiore di Lavassei. L'inclinazione degli strati è ad ovest 18° nord di 25° a 40°, epperò il fianco sinistro della valle che sale alla Becca di Fos è erto ed a grandi scaglioni di micaschisto e gneiss, con intercalazioni calcareo-amfiboliche; il versante destro invece presenta l'ampio vallone della Grande Vaudalla.

Fin qui lo studio stratigrafico della valle ed il rapporto del suo aspetto oro-idrografico colla stratigrafia non presentarono grandi difficoltà, se facciamo astrazione dall'andamento obliquo in basso della valle, e della piega lacerata corrispondente al tratto Créton-Notre Dame di Rhêmes.

Circo estremo della Valle. — Al piano inferiore di Lavassei le sovrapposte stratificazioni di roccie cristalline si allargano, divariano, come se tendessero ad ampliare la superficie occupata scivolando le une sulle altre; questa modificazione nell'andamento stratigrafico produsse già la deviazione nella direzione verificata a Thumel. Qui però non solo si accentua maggiormente la deviazione a sud 35° ovest della direzione negli strati superiori più occidentali, ma i profondi più orientali tendono a dirigersi a sud facendo coi primi una divergenza massima di 35° dall'estremo ovest all'estremo est del circo glaciale; e minore nelle regioni intermedie. Conseguenza di questo fatto è non solo l'ampliarsi della valle in alto in circo, ma ancora il suddividersi in due valloni originarî di interstratificazione. Dei due valloni, quello più occidentale corrisponde al ghiacciaio, al torrente ed ai pascoli di Goletta. Esso è parete ripida a sinistra al Monte Bassac al Picco della Traversière, e sale a pendìo quasi eguale a quello degli strati (35° a 40°) ad est, cioè verso la Granta Parey ed il Berrier de l'Allée Noire. Il vallone orientale è quello d'origine della Dora di Rhêmes; è ricolmo dai due ghiacciai di Rhêmes e di Bassagne; sale in dolce pendìo alla costiera della Cima Bousson. Fra mezzo a questi due valloni, ove non esistesse il lembo di roccie secondarie della Granta Parey e della Tzantalena, ne avremmo uno mediano, nel quale si annidierebbe il ghiacciaio di Rhêmes, e che verserebbe nel piano superiore di Lavassei; allora il circo glaciale sarebbe interamente occupato da un gran mantello di ghiaccio formato dalla unione dei ghiacciai di Bassagne, di Rhêmes

e di Goletta ed i tre valloni di comba, che uniti formerebbero in basso la Valle di Rhêmes, sarebbero separati da spuntoni allineati nelle direzioni degli strati affioranti sotto il manto glaciale. Per rispetto alle sole roccie cristalline i tre valloni originarî sarebbero d'interstratificazione o vere combe come lo è in tutto il vallone di Goletta, ed in parte quello della sorgente della Dora di Rhêmes. Le roccie cristalline, come si vede dalla sezione verticale n. V, sono dalle più superficiali alle più profonde, da ovest ad est, micaschisti con serpentino e quarzite cristallina, e calceschisto con serpentino e calcare; tutto ciò sopra i gneiss recenti, che si sviluppano in Val d'Orco al vallone di Rosset ed al Nivolet.

Ma dalla Savoia scavalca lo spartiacque cristallino un grande lembo di quarziti bianche sormontate da calcari compatti o semi cristallini, che forma la Tzantalena, la Granta Parey e parte del Berrier de l'Allée Noire. I calcari sono ben visibili e formano l'alta parete della Granta Parey; le quarziti quasi ovunque mascherate dal ghiacciaio. Questo lembo di roccie secondarie si annida in istratificazione apparentemente concordante nella comba di mezzo e la riempie totalmente. L'andamento stratigrafico è: — Direzione sud 20° ovest a nord 20° est, con una inclinazione di 45° ad ovest 15° nord. — Un altro lembo staccato dal primo e scivolato, variando poco l'andamento, forma la Punta di Calabre, si nasconde sotto il ghiacciaio, e ricompare in basso del ghiacciaio di Bassagne poco prima di giungere al piano superiore di Lavassei; questo è tagliato dalla Dora di Rhêmes alle sue origini.

Riassunto stratigrafico sulla Valle di Rhêmes. — Riassumendo abbiamo che la Valle di Rhêmes è scavata interamente nelle roccie cristalline recenti; che dallo sbocco fino a Rhêmes-St-George ed a Melignon taglia obliquamente la direzione degli strati; che da Melignon al piano inferiore di Lavassei è parallela alla direzione degli strati, quindi è valle d'interstratificazione o una gran comba; che al piano inferiore di Lavassei si divide in tre combe a ventaglio, che per l'allargarsi delle diverse stratificazioni sovrapposte si mantengono parallele alla direzione di esse; che la mediana di queste combe è riempiuta, quindi non visibile, da un lembo di roccie secondarie posate in istratificazione poco discordante sulle testate delle roccie cristalline; che un secondo e più piccolo lembo di queste roccie secondarie staccatosi dal primo occupa una parte della comba di Bassagne, la più orientale; che i valloni laterali sono tutti normali alla direzione degli strati; che per l'inclinazione degli strati il versante sinistro è molto ripido, privo di pascoli, e di acque sorgive, mentre il versante dentro è generalmente a dolce pendìo, è ricco di pascoli, di ghiacciai superiori e di acque sorgive.

Zone di roccie cristalline rappresentate nella Valle. — Facendo ora la lista delle zone cristalline a differente composizione litologica che compaiono nella Valle di Rhêmes, avremo a cominciare dalle più profonde e dall'alto della valle.

1. Calceschisto con serpentinoschisti, calcari cristallini ed amfiboloschisti, che diretti da sud 15° ovest a nord 15° est entrano dalla Val Savaranche in Val di Rhêmes al Colle di Sort, formano l'alto dei valloni di Sort, di Entrelavi, di Vaudaletta, di Grande Vaudalla, la comba di Bassagne fino al piano superiore di Lavassei, e sortono in Val d'Isère alla Punta di Calabre.

2. Micaschisto, diretto come la zona antecedente; forma il basso del canale

d'Artalle, di Chaussietta, di Sort, d'Entrelavi, di Vaudaletta, di Grande Vaudalla, la Val di Rhêmes salendo dal Carré fino a Lavassei, il basso dei valloni di Jussune, di Torrent, Pellous, Fos, ed il vallone di Goletta fino al Colle di Bassac, ove si trasforma gradatamente in calceschisto; contiene lenti di calcare cristallino.

3. Gneiss; entra da Val Savaranche alla Punta della Bioula; è interrotto per lacerazione sopra Melignon; riprende sul versante sinistro in alto del vallone di Jussune, Torrent; forma la parete della Grande Rousse e termina assottigliandosi alla Becca di Fos; contiene banchi amfibolici.

4. Micaschisto; entra da Val Savaranche, taglia obliquamente la valle da nord est a sud ovest, forma i valloni di Rigo, Nequidé e Lorgibett, la valle da Créton a Melignon, i valloni Feluma e Laugier, donde entra in Val Grisanche; contiene lenti calcaree, serpentinose ed amfiboliche.

5. Gneiss, al vallone Monforrat, con lenti serpentinose amfiboliche.

6. Calceschisto con calcari cristallini che dal Colle di Champ-Premont taglia obliquamente la valle portandosi alle Becche di Chanim, Chau-Chien, dou Merlo.

7. Micaschisto; taglia obliquamente la valle in corrispondenza di Sarrod.

8. Gneiss, che forma tutto il restante della valle fino alla Dora Baltea; sarebbe la roccia più superficiale.

CAPITOLO II.

La Val Grisanche.

Generalità topografiche. — La Val Grisanche nel suo assieme si comporta ben diversamente dalla Valle di Rhêmes. Questa, come vedemmo nel capitolo precedente, risale unica e stretta dallo sbocco fino ai $^4/_5$ della sua lunghezza, e poi si amplia in un circo esteso formato da combe irradianti a ventaglio e facenti capo al clinale alpino. La Val Grisanche non forma circo terminale, o meglio originario, in alto, appoggiantesi sul clinale alpino, ma nella sua parte più elevata si mantiene stretta ed a forma di valle semplice, che prende le sue origini da una depressione glaciale del maggior clinale su poco più di due chilometri di sviluppo, il Colle di Glairetta alle falde della Grande Sassière. Il clinale alpino invece di limitare solo la parte più elevata della valle si dirige al nord in direzione obliqua a quella della valle, che è a nord 30° est, e serve di limite laterale ad essa per tutto il tratto compreso tra la Grande Sassière e il Picco di Loydon.

Mancanza di circo glaciale originario e limiti. — La Val Grisanche non ha circo glaciale originario; ma è acuminata nel suo estremo superiore, e formata nel suo decorso dal *thalweg* principale e da valloni laterali più o meno sviluppati. I suoi limiti laterali sono:

Ad est la catena secondaria, che cominciando al Picco della Traversière pel Colle di Bassac, la Becca di Fos, la Grande Rousse, la Becca Chanim termina ad Arvier sulla Dora Baltea.

All'ovest, prima dal clinale alpino per 15,700 metri dal Picco della Traversière, pel Colle di Glairetta, la Grande Sassière, il Colle delle Cloux, l'Ormelune, il Colle di Mont, la Becca de l'Ane, al Picco di Loydon; poi dalla catena secondaria che dal Picco di Loydon per la Testa del Ruitor, il Colle di Planaval giunge indivisa al Paramont; infine dalla più orientale diramazione di questa catena secondaria, che dal Paramont, per la Tête Penchante, la Becca di Tigliet, Mont Colomb giunge alla Dora Baltea presso Liverogne.

La Val Grisanche è molto stretta al suo sbocco, si amplia nel suo mezzo, per restringersi nuovamente alle sue origini. L'ampliamento mediano corrisponde all'angolo del limite occidentale, formato dall'incontro della catena secondaria Picco di Loydon-Paramont col clinale alpino, ed all'angolo di questa catena secondaria colla sua diramazione orientale Paramont-Liverogne. Al primo angolo corrisponde il gran vallone di Mont, al secondo il gran vallone di Planaval. Questo andamento curioso è caratteristico di Val Grisanche; il limite occidentale si estende in arco di cerchio a nord, a nord nord est, ad est 30° nord, mentre il limite orientale corre rettilineo a nord nord est, formando la corda dell'arco di cerchio.

La lunghezza di Val Grisanche dallo sbocco della Grisanche nella Dora Baltea al Picco della Traversière è di 29 chilometri circa. Il massimo di larghezza è di 8800 metri dalla Grande Rousse alla Becca de l'Ane o Gran Becca di Mont; il minimo è di 2 chilometri alle origini tra la Grande Sassière e il Picco della Traversière, ovvero presso allo sbocco tra la cresta della catena secondaria Picco di Loydon-Paramont-Liverogne poco sopra questo ultimo villaggio ed il clinale divisorio con Val di Rhêmes presso il villaggio delle Combes; la media larghezza viene ad essere di 5114 metri. Questi dati ci rivelano un'area approssimativa di circa 103 chilometri quadrati.

Nella sua direzione dalle origini allo sbocco riproduce la curvatura convessa a nord ovest, o meglio doppia spezzatura del limite occidentale; difatti nei primi 10 chilometri dalle origini allo sbocco del vallone di Mont corre a nord 10° est ed il clinale limite ad ovest corre nel suo assieme a nord; per altri 8 chilometri circa dallo sbocco del vallone di Mont a quello del vallone di Planaval, la valle scende in direzione nord 50° est, mentre il clinale limite ad ovest 30° nord corre nella istessa direzione; negli ultimi 11 chilometri la valle si dirige a nord 65° est mentre il clinale limite a nord nord ovest si dirige a nord 60° est.

Origini della Valle. — Cominciando dall'alto ad esaminare la topografia della Val Grisanche, troviamo che questa ha le sue origini da un enorme campo di ghiaccio, il ghiacciaio di Glairetta, che non misura meno di 6 chilometri quadrati. Questo ghiacciaio si rovescia in Savoia sotto il nome di ghiacciaio della Sassière e ricuopre tutto quanto il clinale alpino dal Picco della Traversière alla Grande Sassière. Nella sua estremità sud est presso al Picco della Traversière havvi il valico nella Valle dell'Isère, il Colle di Glairetta o della Grande Sassière. Il campo di ghiaccio a destra si unisce con un alto nevato, che sale alla vetta di Monte Bassac e ne riveste i due versanti sud ovest e nord ovest; a sud di questo monte il Colle di Bassac déré mette in Val di Rhêmes sul ghiacciaio della Goletta. A sinistra il campo di ghiaccio s'innalza sui pendii della base della Grande Sassière e si confonde poi con masse e rivestimenti di ghiaccio, che gli susseguono sul versante sinistro annidati nei ripidi burroni che

salgono al clinale alpino. La parete della Grande Sassière si fa ripida sopra il ghiacciaio, e poi si slancia ardita piramide nuda all'est, ammantata di ghiacci all'ovest, all'altezza di 3756 metri; è la più alta punta delle Graie settentrionali. Discendendo il giacciaio di Glairetta desso si restringe, scorre sul *thalweg* della valle ed assume veramente l'andamento di ghiacciaio di primo ordine, e così arriviamo alla coda terminale mascherata da ampia distesa di detriti morenici.

Bacino di Vaudet-Chalet. — In corrispondenza del termine del ghiacciaio stanno su una terrazza a destra i pascoli coi casolari di Vaudet (metri 2270). Da questi si risale il versante destro a dolce pendìo, per grandi dossi erbosi, fino ai ghiacci del ghiacciaio di Bassac: questi superati, ci troviamo di fronte ad un ripido pendìo di detriti, ed in una conca tutta rottami, in alto della quale la bassa e facile costiera tra Monte Bassac e Becca Raimond dà valico al Colle di Bassac, che mette in Val di Rhêmes.

Dai casolari di Vaudet discendendo per i casali ed i pascoli di Saxe-Ponton, Saxe-Savoie, si giunge a quelli di Chalet. La valle è stretta e dominata da alte roccie e numerosi ghiacciai; però i rivestimenti morenici abbondantissimi, le frane ed i detriti in posto la trasformano in un bacino di alti pascoli, non privo di una severa grandiosità. Lateralmente alla valle non abbiamo veri valloni, ma piuttosto canali e burroni ripidissimi che conducono in basso le acque dei ghiacciai sovrastanti e le macerie dei monti in isfacelo. La distanza dal vertice della valle ai casali di Vaudet, distanza occupata dal gran ghiacciaio di Glairetta, è di 3850 metri; la lunghezza del bacino Vaudet-Chalet è di 3800 metri: la pendenza del primo tratto è del 22 al 25 per $^0/_0$, quella del secondo tratto è del 9 per $^0/_0$. A destra abbiamo un dosso di roccie frantumate, con scarsi pascoli elevati, tagliati da gradini di roccie; esso conduce al ripiano morenico che preludia ad una grande distesa di ghiaccio, pella quale si sale al sommo del clinale divisorio da Val di Rhêmes corrispondente alla Becca Raimond. È un ampio lenzuolo di ghiaccio che riceve diversi nomi di ghiacciaio del Chalet, della Chau, di S.t Martin, e che riveste in alto quasi completamente il versante destro, e si appoggia a nord est su una costiera scendente in Val Grisanche in direzione sud sud est-nord nord ovest, la costiera di Becca Refreita, la quale, contrariamente a ciò che è segnato sulla carta, separa nettamente il ghiacciaio nominato da quello più a nord di Monte Forçat o de l'Invergnun. Questo versante non presenta valico alcuno, tranne quello già menzionato di Bassac, per Val di Rhêmes; le difficoltà su Val Grisanche sono poche, ma è la discesa in Val di Rhemes che sarebbe enormemente laboriosa e pericolosa; pur nondimeno non crediamo impossibile la cosa.

Il versante sinistro è ben altrimenti grandioso e selvaggio. Quello ora descritto rapidamente presenta una distanza orizzontale dal *thalweg* al clinale di quasi 3 chilometri con un dislivello di circa 1500 metri; il sinistro invece un dislivello di 1500 su una larghezza, in senso orizzontale, di appena 1500 a 1800 metri; per conseguenza questo sarà estremamente erto e difficile. Difatti al disopra del ghiacciaio di Glairetta si ergono giganti le pareti della Grande Sassière. Poi abbiamo tra la Grande Sassière e la Becca di Suesse un grande e ripidissimo fianco di roccie nere, facilmente disaggregabili, tagliate da burroni ripieni di aeree masse di ghiaccio, strette e ripidissime, cui si danno i nomi di ghiacciaio di Vaudet, delle Pattes des Chamois,

di Vuert o Vert, di Tavella. Al basso di questi ghiacciai sospesi accumuli giganteschi, colate di detriti, separate da stretti pendii erbosi. A Saxe-Ponton troviamo lo sbocco di un vallone, il cui torrente si precipita in cascata; è il vallone di Serrù che sale alla Becca Percia; in basso sono pendii estremamente erti di roccie coperte di erba; poi un bacino che si divide in due valloncini separati dalla costiera di Becca Percia che conducono ai due valichi per le Cloux (Val dell'Isère) chiamati il Colle delle Cloux o del Rocher Blanc e Passaggio del Lago Nero. A nord di questo vallone, che, fra parentesi, possiede un bel laghetto non segnato sulle carte, ne viene un secondo, anch'esso ugualmente ed anche maggiormente ripido, ch è occupato dal piccolo ghiacciaio di Maurin, il quale si unisce col susseguente ghiacciaio di Quart; da questi due ghiacciai precipitano le acque di fusione, e, dopo superate le roccie levigate, si gettano dall'alto di un enorme gradino in stretti canali, di Mont Blanc, d'Allia Ronda, di Maurin, di Perrière ed arrivano alla valle formando ripidissimi coni di deiezione. Il bacino di Vaudet-Chalet ed i ripidi versanti ad esso corrispondenti sono limitati a nord dalla costiera di Becca Refreita a destra e da quella di Becca Maurin a sinistra. Fin qui non abbiamo veri valloni laterali, piuttosto burroni di scarico ai ghiacciai laterali; la valle però ha già acquistato una larghezza massima da clinale a clinale di cinque chilometri circa. Questo tratto superiore di Val Grisanche è il vero regno delle rupi, dei ghiacci, dei rivestimenti morenici e delle frane: ha un carattere severo e grandioso, reso più dolce dagli ampî e numerosi pascoli del *thalweg* e dei primi pendii, specialmente sul versante destro.

Le costiere di Becca Refreita e di Becca Maurin restringono la valle in una forra ingombra di rottami e dominata da roccie a piombo. Questa forra misura dal Chalet al suo aprirsi presso Usseillères metri 1750. Notiamo che il *thalweg* della valle fino all'entrata del bacino Usseillères-Fornets corre in una profonda intaccatura per erosione degli strati, non è quindi di semplice interstratificazione; ma di ciò meglio parlando delle condizioni stratigrafiche.

Bacino Fornets-Supplan. — A questo punto la valle si apre in un bellissimo e verdeggiante bacino abitato tutto l'anno; è il bacino di Fornets. La bella conca tutte praterie è guernita di gruppi di casolari, la Truche, Surier, Usseillères, Fornets, Planet e Chapy. Il torrente Grisanche qui scorre in un profondissimo burrone e stretto tanto che in alcuni punti il tappeto verde sembra continuare da sponda a sponda, ed a stento si riesce a discernere l'onda rumorosa e spumeggiante che si dibatte in fondo al tetro baratro. A valle del villaggio di Fornets (metri 1750) la vallata si restringe alquanto e poi scende in un ampio bacino tutto alluvioni acquitrinose, sul quale il torrente si allarga ed assume un andamento tranquillissimo; questo bacino torboso sui margini, prende il nome di Supplan e termina ad una gola stretta, alla cui entrata stanno le case di Menthieu e Serevey. La lunghezza totale del bacino, Fornets-Supplan è di tre chilometri circa con un dislivello verticale di 100 metri, una pendenza media cioè del 3, 3 per °/₀ appena. La ricchezza di vegetazione erbacea non si limita al fondo della valle, ma sale a grande elevazione sui due versanti e dà amplissimi e ricchi pascoli. Cominciamo dal versante destro.

A nord est della costiera di Becca Refreita un ripido vallone sale per pascoli e radi boschi ad una bellissima morena, che orla il basso di uno dei più splendidi e

terribili ghiacciai, il ghiacciaio dell'Invergnun o di Monte Forçat. Questo ghiacciaio tagliato da numerosissime ed intricate fenditure sale ripidissimo tra la costiera di Becca Refreita e quella di Monte Forçat a nord al sommo del clinale spartiacque con Val di Rhêmes; da questo clinale superiore ai 3500 metri emergono due vette, una meridionale, il Becco dei Glaçons, l'altra settentrionale, la Grande Rousse e tra esse il difficilissimo valico, quasi impraticabile anche per i più coraggiosi alpinisti, che mette nell'imbuto orrido di Pellous in Val di Rhêmes, è il colle della Grande Rousse. Il vallone di Monte Forçat misura 3750 metri dal clinale al colle della Grande Rousse ed il suo sbocco ad Usseillères; il dislivello è presso a poco di metri 1700; ha una pendenza cioè del 46 per $^0/_0$ circa.

Un secondo vallone segue a nord, il vallone di Nua. Larghi pascoli in basso della Rolla, della Nua; in alto grandi *clappeys;* poi un piccolo ghiacciaio di Rabuigne o di Épéra o d'Épée, che si annida tra la costiera di Monte Forçat e la base della Becca di Tej: a nord della Becca di Tej, un selvaggio colle, la Finestra d'Épéra o del Torrent, mette nel vallone di Torrent in Val di Rhêmes. Il vallone di Nua o di Épéra misura 3300 metri, sbocca a valle delle case di Chapy ed ha una pendenza del 48 per $^0/_0$. È limitato al nord da una piccola costiera scendente dalle Rayes di S.t Michel.

Dall'estremità arrotondata in chine erbose di questa costiera parte altro piccolo vallone di poco più di 1300 metri di lunghezza, il valloncino di Becca Nua che sbocca al principio, a monte, della pianura alluvionale di Supplan.

Tutti questi valloni in alto sono nettamente separati da costiere di rupi, ma in basso, addolcendosi le estremità di queste costiere, si passa comodamente da vallone a vallone su una specie di terrazza a dosso erboso.

Un quarto vallone, che giunge fino allo spartiacque con Val di Rhêmes si annida tra la costiera d'Épéra o delle Rayes di S.t Michel e la costiera che declina in Val Grisanche dalla Becca di Pré d'Amont; è il vallone di Pra Longet o del Rocher; esso sbocca alla pianura di Supplan quasi nel suo mezzo. In basso il versante ripido è bene imboschito; ma poi il vallone si amplia in belle chine a praterie e pochi campi attorno ai villaggi di Rocher, di Prariond, di Bouc, di Bouci, di Lacenal, e del santuario di Notre Dame des Grâces. Più sopra vengono i pascoli dipendenti dai *chalets* di Plonta, poi *clappeys*, infine la costiera rocciosa, valicata dal colle detto la Finestra di Jussune, che mette nel vallone di Jussune in Val di Rhêmes. Questo vallone misura 3250 metri di lunghezza, con una media pendenza del 40 per $^0/_0$.

Ancora un vallone arriva da destra alla pianura di Supplan presso Serevey; è il vallone di Serevey o Plonta, che sta tra la costiera di Becca di Pré d'Amont ed un'altra molto meglio accentuata e più aspra che scende ad ovest dalla Becca di Toss (metri 3291). Questo stretto vallone, pascoli ricchi in basso e roccie aspre e nude in alto, misura 3200 metri di lunghezza ed ha una media pendenza del 44 per $^0/_0$ circa. La costiera scendente dalla Becca di Toss si prolunga fino al *thalweg* e limita sul destro versante il bacino Fornets-Supplan. Ad essa fa simmetria una consimile costiera che sale sul versante sinistro alla Testa del Ruitor e limita a sua volta sulla sinistra il bacino Fornets-Supplan. Le terminazioni delle due costiere strozzano la valle in basso e la cangiano in forra, che separa il bacino di Fornets-Supplan da quello di Val Grisanche (capoluogo).

Il versante sinistro del bacino che ora studiamo è molto più accidentato, sviluppato e pittoresco del destro. Rammentiamo che da Fornets la valle piega scendendo a nord 30° est, corrispondentemente allo inflettersi del limite a ponente, e che in corrispondenza appunto a questo angolo abbiamo uno dei due grandi valloni secondarî del versante sinistro.

Vallone di S.t Grat. — Questo grande vallone è quello di Mont o di S.t Grat. Esso sbocca per una gola pittoresca e selvaggia nel bacino di Fornets; il torrente rumoreggia in un burrone di nere rupi, nude, stillanti di innumeri fili d'acqua, a tratti rivestite da erbe e muschi; rade piante si abbarbicano nelle crepe e dominano l'abisso; a destra ed a sinistra chine ammantate di verdissimo tappeto di prati, interrotte da quadrati coltivati a campi; e fra questi le sparse casipole di Surier e di Fornets. Più in alto il vallone sale per dolce pendìo e si dirige per un *thalweg* ingombro da rottami per 1700 metri ad ovest 10° nord; ai fianchi le montagne sono a dossi di non forte pendenza, tutti pascoli seminati di detriti; i pascoli a nord sono detti di Grandes Alpes. Sopra questi viene il ripiano ancora erboso di Champagny, poi un'erta costiera di rupi, la costiera di Arpes Vieilles. A sud il versante è più selvaggio; son roccie a scaglioni infranti, ingombri di larghi rivestimenti a detriti minuti; poi più in su un erto gradino su cui posano possenti masse di ghiaccio, che riunite formano il ghiacciaio dell'Ormelune; infine i fianchi tutti rovina che conducono al sommo della Ormelune. Il vallone si piega in curva dirigendosi a nord nord est, e dal punto della piegatura si sale per lunghe chine di detriti, e di magri pascoli al Colle di Mont, dal quale si scende nella Valle dell'Isère. Si fa più aspro e pittoresco e dopo un'erta salita si giunge ad uno dei più bei bacini di carattere veramente alpino, il bacino del lago di S.t Grat. Ad ovest il possente imbasamento tutto roccia nuda ed a scaglioni, che conduce alla Becca dell'Ane o Gran Becca di Mont, poi il cunicolo colmo di ghiacci, per cui si sale al Colle del Lago o di Sachère e poi ancora roccie elevate che formano la Becca del Lago. Ad est roccie nude ed ardue della costiera d'Arpes Vieilles ed un altro cunicolo tutto detriti che conduce al Colle di Brie pel quale il bacino del lago comunica col vicino vallone di Arpes Vieilles. Oltre il lago un grandioso succedersi di colossali gradini di roccia; ogni gradino sorregge una lista di ghiaccio, che sale da un lato al Picco di Loydon, nel mezzo alla grande depressione da cui si rovesciano in basso le masse del gran ghiacciaio del Ruitor, e dall'altro lato fasciano la bruna ed immensa parete della Testa del Ruitor. Una piccola cappella sta in questo bacino selvaggio, triste, solitario, ma pur stupendamente bello; è una delle più grandiose scene della regione alpina. Il decorso totale del vallone è di 5 a 6 chilometri, con una massima larghezza di 5 chilometri tra l'Ormelune e la costiera d'Arpes Vieilles. Dal sommo di questa si gode di un panorama estesissimo e veramente magnifico. Il dislivello tra la depressione interposta fra la Testa del Ruitor ed il Picco di Loydon e lo sbocco sotto Surier è di 1600 metri, quindi media pendenza del 32 per $^0/_0$.

A nord della costiera d'Arpes Vieilles abbiamo il vallone dello istesso nome, limitato a nord da una costiera analoga. L'ertissima parete della Testa del Ruitor si sviluppa in stupendo muro di roccia al nord nord est, dominando l'ampio ghiacciaio di Château Blanc, il quale si adagia sopra un immenso gradino, da cui

partono, e non dalle pareti del Ruitor, le catene separanti i diversi valloni verso Val Grisanche. Il ghiacciaio del Château Blanc manda delle striscie laterali a sud sud ovest ad unirsi coi ghiacci dell'alto vallone di S.[t] Grat. La costiera Arpes Vieilles è separata da quest'erto gradino, imbasamento del nominato ghiacciaio, dall'incisura del Colle di Brie, scende a sud est, poi ad est fino alle terrazze di erosione glaciale di Champagny e di Grandes Alpes. La costiera di fronte, cioè a nord, si stacca essa pure dal gradino suaccennato, e presto si arrotonda in chine erbose, declinando fino a Menthieu al termine del bacino Fornets-Supplan. Fra questi due contrafforti sta il vallone d'Arpes Vieilles, tutto pascoli ingombri da rottami. Esso misura circa 3 chilometri di lunghezza su due di larghezza; in alto è tutto pieno di frantumi. Sbocca alla pianura di Supplan verso il suo mezzo ed ha una media pendenza del 40 per $^0/_0$.

Stretta di Serevey. — La forra che divide i due bacini di Fornets-Supplan e Val Grisanche si stende per un chilometro; le roccie laterali ed i pendii morenici sono coperti da folta foresta. In basso si apre e si allarga bello, fresco, tutto verzura l'accidentato bacino del capoluogo della valle. Questo bacino non è così grande come quello di Fornets-Supplan; a valle del villaggio della parrocchia una discesa lo separa da altro bacino inferiore, che or ora esamineremo; può misurare poco più di 1200 metri. L'elevazione sul livello del mare della parrocchia di Val Grisanche è di 1662 metri. Oltre al villaggio della parrocchia stanno i gruppi di case di Mondange in basso, di Bône sulla terrazza morenica sinistra, di Gerballa più a valle. La pendenza media della valle dalla pianura di Supplan a Gerballa è del 3 per $^0/_0$.

Bacino di Val Grisanche. — Dal versante destro un solo vallone laterale viene a sboccare sul bacino di Val Grisanche, il vallone di Toss. Esso ha origine dal clinale divisorio con Val di Rhêmes tra la Becca di Toss e la Becca di Pissau, ed è diviso in alto in due valloncini dalla piccola costiera scendente della Becca dou Merlo. Molto selvaggio nella parte elevata, contiene il piccolo ghiacciaio di Toss, che si applica alla base della elegante e bruna piramide di Toss. In basso si ammanta di pascoli, si arrotonda in terrazza morenica, specialmente in corrispondenza dei pascoli di Verconey. Lo sviluppo di questo vallone in lunghezza è poco più di tre chilometri, con una pendenza media del 43 per $^0/_0$ circa.

Dal versante sinistro un ripidissimo vallone sbocca nel bacino di Val Grisanche; il vallone di Château Blanc; esso è stretto tra roccie levigate ed imponenti della costiera che a sud lo separa dal vallone delle Arpes Vieilles, e di quella che a nord si stacca dal pianerottolo del ghiacciaio di Château Blanc, si eleva alla curiosa guglia di Becca d'Auille, poi, per un grandioso promontorio di roccie limate da antichi ghiacci, cade quasi a piombo su Val Grisanche. L'alto di questo vallone è occupato da un piccolo lago, la Gollia Epessa (indica le acque torbide per la melma del ghiacciaio di Chateau Blanc) e forse il nome più proprio della montagna a nord sarebbe quello di Becca de la Gollia e non d'Auille. Dalle roccie cadenti su Val Grisanche si staccarono in ogni tempo enormi frammenti, che fattori di spavento e di rovina si vedono oggidì dispersi nei campi e nei prati di Val Grisanche. Una linea di fortificazioni sbarra la valle a Valgrisanche partendo dalle rupi della costiera de la Gollia e risalendo sul versante destro per Maison Forte la costiera della Becca di Pissau.

Bacino di Prariond. — Da Val Grisanche una discesa non troppo ripida ci porta a mezzo chilometro più in basso in un ampio bacino, tutto verzura, il bacino di Prariond. Sonvi grandi accumuli morenici, coni di deiezione, il tutto ricoperto da praterie e campi, e vi si stipano a gruppi i casali di Darbellay, Chez Carrá, Plantè, La Frassy, Céré, Prariond, la Bethaz.

Le montagne a destra sono ricche di pascoli sui terrazzi di erosione glaciale; poi si ergono in un grande scaglione di roccia tagliato da due valloni; il più meridionale è quello di Planté, che ha le sue origini sul clinale divisorio con Val di Rhêmes tra la Becca di Pissau e la Becca di Chau-Chien. L'altro vallone non giunge fino al clinale; ma si origina al basso della costiera che scende verso Revers della Becca di Chau-Chien e da quella di Chanim. Questa costiera, che discende in direzione sud est-nord ovest si arrotonda in basso in un'ampia distesa di pascoli sorretti da un gradino di roccie tutto coperto di folta boscaglia.

A sinistra il versante è ben altrimenti selvaggio. Una gigantesca muraglia di roccie tutte levigate dai ghiacci, ora scomparsi, sale sulla elevata piattaforma che sorregge il ghiacciaio di Château Blanc, oltre il quale altro muro di roccia forma il clinale che divide Val Grisanche dal bacino del ghiacciaio del Ruitor. Da questa piattaforma del Château Blanc scende con pareti a picco ed alveo ripidissimo il burrone dell'Avalanche e più a nord il vallone di Miollet. Il ghiacciaio di Château Blanc termina a settentrione al piede di una selvaggia costiera, che si stacca dalla parete del Ruitor, si rialza nella Becca di Sery (o Céré) e precipita poscia per ripide balze nude ed imboschite al *thalweg* della valle. Le acque di fusione del ghiacciaio formano il torrente di Miollet, che per una serie di stupende e mirabili cascate scende alla Grisanche formando al suo sbocco un bellissimo salto ed un amplissimo cono di deiezione. Il vallone di Miollet dal piede del ghiacciaio di Château Blanc al suo sbocco ha appena uno sviluppo di 2 chilometri; ma il dislivello è di 1100 metri, epperò una pendenza media del 55 per $^0/_0$. La pendenza del burrone dell'Avalanche raggiunge il 90 per $^0/_0$.

Dal bacino Prariond la valle scende a quello di Revers, fiancheggiata da ripidissime pareti di roccia a destra ed a sinistra, nude o ricoperte di boscaglie; non è stretta al punto da chiamarsi gola o forra, ma non è tanto larga da foggiarsi a bacino. Il basso della valle è tutta a grandi superficie, o dossi tondeggianti di roccie levigate; in pochi luoghi nelle valli alpine s'incontrano tante e sì eloquenti traccie dell'enorme attrito prodotto dai ghiacciai antichi. La distanza da Prariond a Revers è di 1500 metri con un dislivello di 76 metri, quindi una pendenza del 6, 3 per $^0/_0$; la Grisanche si contorce in uno stretto e sinuoso canale di frattura dei grandi strati di roccia amfibolica e di calceschisto.

Bacino di Revers.— Revers (metri 1524) è un villaggio fabbricato sopra roccie levigate, ricoperte qua e là dai rivestimenti morenici: a valle di questo villaggio la direzione di Val Grisanche si piega a nord 55° est corrispondentemente allo sbocco del vallone di Planaval, all'angolo formato tra la catena secondaria Picco di Loydon-Paramont e la sua diramazione orientale Paramont-Liverogne. Il versante destro non presenta alcun vallone; ma un largo dosso scendente dalla Becca de Chanim, che in basso è tagliato a gradino coperto di una bella foresta; poi si foggia a mezzo in un

pendìo dolce tutto pascoli, i pascoli di Bourogne o Beauregne. Nella curva invece del versante sinistro abbiamo alcuni piccoli valloni e poi il gran vallone di Planaval. Primo a sud è il vallone di Orfeuille. Ripidissimo in basso, si amplia in alto nei pascoli di Orfeuille e si origina da uno stretto cunicolo glaciale ed ingombro di rottami tra la costiera di Becca Céré a sud ed altro ripidissimo cordone di roccie a zolle erbose ed a grandi scaglioni, che noi chiamiamo della Chèvre, in mancanza di un nome locale; una diramazione dal grande ghiacciaio di Planaval si rovescia in questo vallone di Orfeuille. Esso vallone misura circa 3 chilometri e si dirige da sud ovest a nord est: la sua pendenza media è del 30 per %.

Viene poscia il burrone dell' Eau Rouge, poi quella della Refsia, che non hanno grande importanza e sono scavati nelle rupi terminanti in basso la ripidissima costiera della Chèvre.

Vallone di Planaval. — Il vallone di Planaval si origina in alto al Colle di Planaval tra la gran costiera del Ruitor e la piramide di Paramont. Un bellissimo ghiacciaio scende dall'alto da sud ovest a nord est, il ghiacciaio di Planaval. In basso del ghiacciaio, morene, roccie levigate, pascoli dominati a sinistra dall'aspra parete Paramont e della Tête Penchante. Questa parete è incisa da un colle, che mette in comunicazione il vallone di Planaval col vallone d'Interrey; per raggiungere questo colle tra il Paramont e la Tête Penchante si passa presso un bellissimo laghetto nascosto in una conca formata da una depressione d'interstratificazione; esso non è segnato sulla carta dello Stato Maggiore, la quale è per questa regione molto inesatta. Scendendo il vallone per un erto gradino di roccia si trova una stupenda chiostra tutta pascoli e chiusa tra enormi rupi e poi un pendìo erboso; là sono i pascoli di Glacier o Planaval. Nulla di più pittoresco di questo splendido bacino. Qui il vallone si dirige ad est; il suo torrente si precipita da un grande scaglione di roccia, e per una forra stretta raggiunge in bella cascata le praterie sul cono deiezione e sul lembo morenico di Planaval. Il vallone di Planaval ha una lunghezza di circa quattro chilometri e mezzo ed una pendenza media del 40 per %.

Stretta terminale della Valle. — Da Revers al suo sbocco nella Dora, la Grisanche s'incanala per circa 12 chilometri in una profondissima gola, crepatura lacerazione dei gran banchi di gneiss. La sua discesa da 1524 metri sul livello del mare a Revers a 701 metri al suo sbocco è colla pendenza media del 7 per % circa; contorcendosi fra rupi nere, vertiginose, qui nude, là coperte da fitta boscaglia, essa nascondesi talora allo sguardo sotto i cumuli di giganteschi rottami che si staccarono dai fianchi. Dall'alto dei gradini laterali, che piombano per trecento metri talora sul baratro, in cui si dibatte prigioniera la Grisanche, la scena è orrida, ma sublime; roccie terribili, rotte e spaccate come da ascie gigantesche, coronate sull'alto da nere foreste d'abeti, ed a luoghi limate, corrose dai ghiacci, a sinistra; la ridente convalle del Grand Aury, a destra, e il minaccioso castello di Mont Majeur, nido di aquila predatrice sull'alto di uno scheggione di rupi; a sinistra una scalinata da giganti con piattaforme moreniche; e scherzanti baldanzosi i raggi del sole mattutino su quel grandioso orrore. Tanto sublime è lo spettacolo, che ammirato una volta col cuore commosso dagli accelerati battiti dell'entusiasmo, non si dimentica più. La valle è estremamente angusta e la via di accesso ne percorre il fianco sinistro a grande elevazione sul torrente.

A mezza costa il versante destro si amplia in un bacino ridente di pascoli, campi e foreste sui fianchi a dolce pendìo, che salgono alla Becca de Chanim; là i ricchi *châlets* di Chanim, di Bourogne, Provence, Cossavei, Alpettes, i campi ed i villaggi su distese moreniche del Grand Aury, del Petit Aury, delle Combes. Poi scendendo verso Arvier roccie e masse di castagni, noci coi villaggi di Verney e Fournier, annidati su ripiani morenici sorpiombanti sull'abisso.

A sinistra la montagna è foggiata ad enormi gradini rialzantisi gradatamente al nord; ogni gradino sorregge una piattaforma morenica su cui stanno limitati pascoli e campi ed i villaggi di Planaval, Clusa, Baulen, Millières. Le terrazze sono interrotte da striscie di rupi selvaggie, di frane e coperte di boschi, e qua e là contengono piccoli laghi le cui conche furono scavate dalla potenza dei ghiacci. Poi per scaglioni si degrada per prati, campi, boschi, alla regione del castagno, del noce, poi più in basso ai vigneti ed alla gran Valle d'Aosta, alla Baltea. Nel fondo del baratro della Grisanche prima di giungere alla rupe di Mont Majeur si annida il villaggio di Chamençon.

Il rapidissimo sguardo dato alla Val Grisanche è insufficiente per una perfetta descrizione, ma basta per far comprendere quanto ella sia varia nelle sue bellezze, e come essa meriti, più che tante altre valli, la visita dello scienziato, dell'artista, dell'alpinista.

Ed ora studiamola nelle sue forme petrografiche.

Petrografia — Terreni cristallini recenti. — La Val Grisanche è ancora come la sua vicina Val di Rhêmes intieramente aperta nelle roccie della *zona delle pietre verdi* o terreni cristallini recenti; le roccie antracitifere e le secondarie vi sono rappresentate da due piccolissimi lembi, molto meno importanti di quelli esaminati nel circo superiore di Val di Rhêmes. Le roccie gneissiche vi sono più ampiamente sviluppate a confronto dei calceschisti, che non nella valle già studiata; le roccie amfiboliche acquistano un maggior sviluppo, quantunque le prime vi siano assolutamente predominanti. Terremo lo istesso ordine che tenemmo per la Val di Rhêmes.

Roccie cristalline: quarzoso-feldispatico-micacee. — I gneiss sono ampiamente sviluppati e formano la roccia dominante come dicemmo di Val Grisanche; alcuni vogliono attribuire alla tinta grigio biancastra dei gneiss l'etimologia di Val Grisanche, dalla parola celtica *grau*, che indica appunto grigio bianco. Di gneiss a potenti strati ed a grana piuttosto grossolana sono i fianchi ed il fondo della valle dallo sbocco a Revers; vi si intercalano banchi amfibolici, cloritici, calcari cristallini. Tutto il vallone di Planaval ed il Paramont sono di gneiss, come pure le roccie formanti lo imbasamento del bacino di Grand Aury, Combes e Chanim. Troviamo ancora gneiss sul versante destro a Prariond, Frassy; sono di gneiss le balze che cadono sul *thalweg* nella inferiore parte dei valloni di Toss, Plonta, Nua, Bouc, Monte Forçat, la Becca Refreita fino agli Alpi Vaudet. A sinistra il gneiss si sviluppa in tutto il basso versante a Saxe Ponton, Saxe Savoie, nel vallone di Mont o S.t Grat; di gneiss sono il Picco di Loydon, il Ruitor, la costiera d'Arpes Vieilles. In una parola il gneiss forma tutta la Val Grisanche; le altre roccie vi sono o intercalate a diversi livelli in banchi isolati, oppure ne formano il coronamento, specialmente sul clinale divisorio con Val di Rhêmes. Esso presenta le seguenti varietà:

Gneiss a grossa grana, ricco di quarzo latteo, a mica biancastra, ad elementi disposti in straterelli, con spalmature di idrossido di ferro, che danno una tinta rossastra alla roccia; a Becca Maurin, a Monte Forçat, a Becca Refreita (n. 106,145).

Gneiss a grossa grana, quarzo e feldispato granulari, grigiastri, mica grigio-rossiccia, con lamine cloritiche e talcose; a Saxe Ponton (n. 92).

Gneiss a grossa grana con mica bianco-argentina e verde-scura, laminette talcose, quarzo in noduletti vitrei: Colle del Lago Nero e ghiacciaio di S.t Martin (n. 111,142).

Gneiss a grana mediocre, elementi disposti a straterelli; quarzo e feldispato granulari, bianchi, mica grigio-chiara; Becca di Toss (n. 273).

Gneiss a grana mediocre, elementi a straterelli, ricchissimo di quarzo, mica scarsa in scagliette bianco-argentine; Alpe Vaudet (n. 135).

Gneiss a lastre di 0,01, quarzo e feldispato finamente granulari, bianchi, e mica in larghe scaglie grigio-verdiccie, chiare, struttura eminentemente laminare; Becca Refreita (n. 108).

Gneiss a grana mediocre, quarzo granulare bianco sporco, feldispato a granuli cristallini visibili, bianco-giallicci, mica abbondante grigia; ghiacciaio di Tavella (n. 115).

Gneiss laminare a quarzo e feldispato bianco-grigio e gialliccio, mica in rivestimenti ed intercalazioni di larghe scaglie grigio-verdiccie ed anche grigio-chiare; Saxe Ponton e Becca Raimond (n. 146,144).

Gneiss a struttura granulare, poco distinta la disposizione a straterelli; granuli quarzosi grigi, feldispatici biancastri e pagliette micacee e talcose argentine, elementi disposti a struttura quasi granitoide; vallone di Prariond (n. 97).

Gneiss come il precedente, ma più laminare; Becca Refreita (n. 109).

Gneiss a grana fina, laminare, quarzo e feldispato granulari grigi, laminette di mica grigio-nera; Vaudet (n. 124)

Gneiss a grana fina, laminare, ricchissimo di mica a piccole scaglie grigio-scure; Planaval (n. 270).

Gneiss a grana fina, eminentemente laminare, mica grigio-rossastra; Toss (n. 272).

Gneiss a grana fina, mica grigio-verdiccia; Prariond (n, 96).

Dai gneiss si passa gradatamente ai micaschisti per mezzo dei micaschisti feldispatici; possiamo dire che veri micaschisti a sola mica e quarzo non esistono, o sono forme petrografiche molto limitate nella Val Grisanche; è assolutamente impossibile fare una distinzione netta fra gneiss e micaschisti in questa valle; l'abbondanza di mica a confronto degli elementi granulari quarzosi e quarzoso-feldispatici è l'unico carattere che può in alcune aree limitate autorizzare a segnare micaschisto invece di gneiss. Il micaschisto più o meno vicino al gneiss compare alla Becca Chanim, alla Becca di Pré d'Amont ed in altri punti della valle in mezzo ai gneiss.

Possiamo considerare come termini di passaggio tra le due roccie i micaschisti feldispatici a mica a larghe scaglie grigio-chiare di Planaval (n. 163) e grigio-verdiccie della costiera di Arpes Vieilles (n. 154), o poverissimi di mica di Saxe Ponton (n. 152), di Vaudet (n. 105), a mica verde-grigia e quarzo grigio di Suesse (n. 114) a mica nera di Saxe Ponton (n. 127), pieghettati a mica grigio-argentina di Monte Forçat (n. 150), a lastre rosso-giallastre per decomposizione di Planaval (n. 266),

a grossa grana e mica giallo-rossastra per decomposizione del Colle di Brie (n. 157), di Planaval (n. 164), a lastre giallo-rossastre di Saxe Ponton (n. 113), di Nua (n. 99).

Fra le forme petrografiche che possono realmente classarsi tra i micaschisti abbiamo:

Micaschisto moltò laminare, a straterelli di quarzo grosso con piccoli cristallini feldispatici ed abbondanti rinvestimenti di mica brillante a larghe scaglie bianco-argentine e verdi; Colle di Brie (n. 156).

Micaschisto come il precedente, a mica grigio-giallastra; Orfeuille (n. 162).

Micaschisto a mica verde-grigia con elementi granulari quarzosi perduti tra le lamine micacee; Monte Forçat (n. 107).

Micaschisto quasi tutto mica grigio-chiara con straterelli di quarzo grasso; Toss (n. 271), Miollet (n. 278), Planaval (n. 268).

Dai micaschisti abbiamo un passaggio graduato alle quarziti della *zona delle pietre verdi,* che, a vero dire, sono poco rappresentate in Val Grisanche. A Saxe Ponton si trova un banco di una pasta quarzoso-feldispatica, lamellare, bianca, epperò una quarzite feldispatica con larghe lamine e rade di mica grigia od argentina (n. 116). Nella stessa località havvi pure una vera quarzite con piccole scagliette micacee argentine (n. 101). Nel vallone d'Orfeuille abbiamo una bellissima quarzite, vero quarzo cristallino granoso puro (n. 161).

I calceschisti formanti passaggio ai calcari cristallini, si presentano alla Becca di Chanim, alla Becca di Chau-Chien, alla Becca di Pissau, alla Becca dou Merlo, alla Becca di Toss, ove coronano i banchi di gneiss e di micaschisto feldispatico. Le grandi rovine di Becca Raimond e del Colle di Bassac sono di calceschisto facilmente disaggregabile; come pure sul clinale alpino dal Colle delle Cloux alla Ormelune. Alla piattaforma su cui posa il ghiacciaio di Château Blanc, insieme coi calcari cristallini, compare un banco di calceschisto, che dal vallone d'Arpes Vieilles, seguita per quelli d'Avalanche, Château Blanc, Miollet, Orfeuille, fino a quello di Planaval; è ora fino e molto micaceo, ora invece grossolano e ricco di cristallini di pirite. Una varietà ricca di mica a larghe scaglie, di calcare cristallino a mo' di pasta e di pirite forma blocchi rovinati dall'alto presso il villaggio di Val Grisanche e questa è identica alla varietà di calceschisto che si lavora come materiale da costruzione a Pont nella bassa valle dell'Orco (n. 275); e fu adoperato questo calceschisto pei lavori di riattamento della parrocchia di Val Grisanche.

Roccie cristalline: calcaree. — Passando ora alla seconda categoria di roccie cristalline della *zona delle pietre verdi*, le calcaree, troviamo molto bene rappresentati i calcari cristallini in Val Grisanche in una doppia zona di lenti allineate. Sul versante destro abbiamo calcari cristallini nel valloni di Prariond, di Toss, di Plonta, di Pra Longet, di Nua, di Bouc fino al Monte Forçat; questo allineamento ricompare sopra Saxe Savoie, alla Chau, al Colle di Bassac, a Vaudet. Sul versante sinistro il calcare cristallino affiora in un secondo allineamento al basso dei ghiacciai di Vuert e Tavella sopra a Saxe Ponton, al basso del ghiacciaio d'Ormelune, nel vallone di S.[t] Grat sotto il lago. Ricompare e seguita non interrotto in alto dei valloni d'Arpes Vieilles, Château Blanc, Avalanche, Miollet, Orfeuille fino a Planaval, e si rivela in ultimo sopra Baulen ed

a Mont Colomb. Accompagnato a luogo da tufi il calcare presenta aspetti diversi, differenti varietà, che esamineremo rapidamente.

Calcare cristallino bianco-giallastro saccaroideo con lamine di mica bianco-argentina, ricco di granuli quarzosi; costiera in basso del ghiacciaio di Château Blanc, tra i valloni d'Arpes Vieilles e di Château Blanc presso la Gollia Epèssa (n. 160); una caverna è aperta in questo calcare, che chiamasi nel paese la Borna du Croquet (Caverna del Diavolo).

Calcare cristallino con granuli quarzosi, bianco-giallastro, molto ricco di mica bianco-argentina; Becca della Gollia (n. 159).

Calcare cristallino lamellare, bianco giallastro, a struttura fina, quasi ceroide, molto quarzoso (quarzite calcarifera), con pagliette di mica; Saxe Ponton (n. 112),

Calcare cristallino compatto grigio, magnesiaco, con laminette micacee, cristalli di dolomite, e di pirite; Plonta (n. 94).

Calcare cristallino a struttura grossolana, grigio-chiaro; ghiacciaio della Chau (n. 127).

Calcare cristallino scarsamente micaceo, grigio-scuro, lamellare; Vaudet (n. 136).

Calcare cristallino, micaceo, lamellare, grigio-chiaro; Saxe Ponton (n. 118).

Calcare cristallino senza mica, a struttura grossolana, saccaroideo, grigio; vallone di Toss (n. 93).

Calcare cristallino bianchissimo, finamente saccaroideo con noduli di quarzo grasso; torrente della Chau (n. 147).

Calcare saccaroideo purissimo, a grana alquanto lamellare, molto analogo al pario; in gran banco sotto in lago di S.t Grat (n. 262).

Roccie cristalline: magnesiache. — La terza divisione delle roccie cristalline comprende le magnesiache e queste in Val Grisanche stanno intercalate ai gneiss.

La serpentina si mostra in affioramenti nell'alto dei valloni di Miollet, Château Blanc, e Arpes Vieilles, accompagnata da roccie cloritico-amfiboliche proprio al margine del ghiacciaio di Château Blanc. Ricompare alla Becca Maurin, al Colle delle Cloux, in basso dei ghiacciai di Tavella, Vuert e Pattes des Chamois. Sul versante destro la serpentina si mostra in banchi nei calceschisti del Colle di Bassac, poi nei valloni di Nua, Plonta e Prariond.

Al Colle di Bassac e sullo istesso allineamento, al basso del ghiacciaio di S.t Martin abbiamo una serpentina compatta, a struttura quasi granulare, verde-scura con variegature più chiare, tagliata in masse a scaglie da venature e rilegature di serpentina fibrosa più chiara (n. 143); da una analisi fatta dal dott. Fino nell'Istituto industriale e professionale di Torino, questa serpentina risulta ricchissima di ferro e di cromo, con presenza di nichelio. Nella istessa località trovasi una bellissima serpentina compatta scagliosa di un color verde chiaro giallognolo, translucida sui margini, a frattura scheggiosa, e rivestita di serpentina fibrosa ed a superficie levigata; questa serpentina ha tutto l'aspetto delle celebri di Snarum in Norvegia. Si trova ancora in altre località della valle ed a Verrayes in Valle d'Aosta. Della serpentina di Verrayes il professore Cossa fece uno studio e la mette come analoga a quelle di Snarum, ora mentovate, ed a quelle di Newburyport nel Massachussets (*Sul Serpentino di Verrayes in Valle d'Aosta,* serie 3a, Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali,

vol. II, Reale Accademia dei Lincei di Roma 1878); contiene frammenti di cristalli di magnetite e differisce da quella di Snarum per non presentare cristalli di peridoto inalterati. Riportiamo qui l'analisi data dal Cossa della serpentina di Verrayes:

	I.	II.
Anidride silicica	40,90	40,86
Anidride fosforica	traccie	traccie
Magnesia	41,31	41,37
Ossido ferroso.	4,70	4,59
Ossido cromico	0,02	0,03
Ossido di nichelio	0,08	0,09
Calce	0,02	0,03
Ossido di manganese.	traccie	traccie
Acqua . . . . , ...	13,40	13,08
	100,43	100,05

Una serpentina analoga trovammo nel 1865 a Cogne presso la miniera di ferro magnetico.

Sulla sinistra della valle sopra ai pascoli di Vaudet e Saxe Ponton trovasi la serpentina compatta verde-giallastra translucida a frattura scheggiosa or ora descritta, (n. 123) e la stessa varietà, ma più compatta e più ricca di cristallini di ferro magnetico (n. 132). Al Colle del Lago Nero trovasi una serpentina verde scura frammentaria a spalmature lucenti più chiare come nella serpentina di Baldissero nel Canavese (n. 91). Alla Becca di Suesse la serpentina è verde-cupa con macchie verdi più chiare, e cristallini di piriti; è compatta (n. 122).

Le roccie amfiboliche schistose formano striscie molto sviluppate fra mezzo ai banchi di gneiss. Una lunga striscia scende dai pascoli di Chanim, taglia la valle a Revers e Prariond e termina sopra Bône sul versante sinistro; una seconda parte della Becca Chanim, taglia la valle a Serevey e va a finire alla terrazza di Champagny. Allineamenti minori troviamo alle Combes, alla Becca di Pissau, alla Becca di Pré d'Amont, a Monte Forçat, al ghiacciaio di S.t Martin, alla Becca Raimond, al Colle di Bassac sul versante destro; nei valloni d'Orfeuille, Miollet, Avalanche, Château Blanc, Arpes Vieilles, S.t Grat, alla Becca Maurin, alla Becca Percia, al Colle delle Cloux sul versante sinistro. Generalmente accompagnano gli affioramenti serpentinosi. Non sempre sono di roccia puramente amfibolica, si unisce talvolta la clorite e passano talora alla ovardite (n. 110, 151, 267).

Chiuderemo l'argomento delle roccie cristalline colla descrizione di due forme petrografiche, che per ora non possono ancora essere convenientemente classate; occorre per ciò ulteriori studî.

Alla base del Ruitor verso Arpes Vieilles trovasi tra i banchi di gneiss un banco di una roccia a tinta verde-cupa che da lungi rassomiglia ad una amfibolite. Esaminata in frammenti si presenta costituita di nuclei di 1 a 4 millimetri, grigi, cristallini, translucidi, molto analoghi ai nuclei sferoidali dell'ovardite; questi noduletti sono probabilmente di feldispato e si trovano immersi in una pasta di scagliettine

brillanti di mica verde-scura; potrebbe considerarsi come un micaschisto feldispatico privo o scarsissimo di quarzo. Contiene piccoli frammenti di pirrotina e di pirite. Questa roccia non rappresenta sostanzialmente una nuova specie, ma sibbene una nuova forma petrografica di micaschisto; diciamo nuova per le Alpi Graie.

Al Colle di Bassac e nei dintorni di Bône si mostra un banco di una roccia verde-chiara, talora verde-grigia, o verde smeraldo con punti più scuri; la frattura presenta i riflessi lucenti di numerose scagliette a splendore grasso, e delle aree a struttura più compatta. Crediamo si tratti di onkosina in massa.

Minerali utilizzabili. — I minerali conosciuti e ricercati in Val Grisanche stanno nelle roccie cristalline. Lasciamo in disparte i calcari che si adoprano per fabbricazione di pietra da calce, talora purissimi ed il bel banco di marmo saccaroide lamellare di S.t Grat, il cui costo di estrazione e trasporto sarebbe soverchio. Accenniamo ad una lente di ferro magnetico con pirrotina e pirite nel vallone di Orfeuille; si scavò per qualche tempo ed il minerale si trattava presso a Revers; la miniera è ora abbandonata; la lente è intercalata tra un banco di serpentina ed uno di calcare cristallino: istesso giacimento di quello della miniera di ferro magnetico di Cogne (n. 165). Un giacimento di ferro magnetico e pirite con pirrotina trovasi sopra Prariond per salire alla Becca de Chau-Chien ed un terzo a Chamençon.

La siderite limonitica abbonda in alcune vene di quarzo grasso nel vallone di Monte Forçat. L'amianto si trova a Saxe Ponton e Vaudet in rapporto cogli affioramenti serpentinosi.

In Val Grisanche si parla di un giacimento di antracite, che dovrebbe dare grandi prodotti. Noi ci recammo sul sito, vale a dire al ciglione che separa il basso dal vallone di Miollet, dai pascoli elevati dell'istesso nome. Là ove il torrente si precipita in cascata esiste un banco di calceschisto molto decomposto contenente una certa quantità di sostanza carboniosa (n. 269); il giacimento è molto limitato e non presenta veramente vantaggio ad essere escavato; diamo a comprova l'analisi fattane al laboratorio chimico della Scuola d'applicazione degli ingegneri in Torino:

Acqua igroscopica (determinata col riscaldamento a 110° C)	0,001
Materie volatili (determinate al calor rosso fuori contatto dell'aria) . .	0,000
Carbonio fisso	0,048
Ceneri	0,951
Solfo	traccie
	1,000

Piombo ridotto col sistema Berthier da un gramma del materiale gr. 1,149.
Calorie risultanti = 260.

Lasciando ora le roccie cristalline passiamo a roccie più recenti.

Roccie antracitifere e secondarie. — Dalla Savoia, dal vallone delle Cloux, un lembo di terreno antracitifero sormontato da terreni secondarî si rovescia dal clinale alpino alla Becca di Suesse in Val Grisanche.

Le roccie antracitifere sono rappresentate da uno scarsissimo lembo di schisti alluminosi neri, lisciati, untuosi al tatto, impastati con noduletti del grès antracitifero.

Questi schisti facilmente disaggregabili si trovano nella morena dei ghiacciai di Tavella e Patte des Chamois, e formano striscie fangose nere o grigio-plumbee fin quasi al *thalweg* della valle (n. 125, 140).

Le roccie secondarie sono quelle istesse che studiammo in Val di Rhêmes. Sotto al ghiacciaio di Tavella alla base di Becca Suesse compaiono le quarziti bianche tabulari a pagliette micacee bianche (n. 129), ed a mica leggermente verdognola (n. 131), a struttura finamente od anche grossamente granulare (n. 130). Frammenti di queste quarziti si trovano in basso fino a Saxe Ponton. Non sono desse in stratificazione regolare, giacchè evidentemente questo lembo secondario che faceva saglienza sull'alto del clinale, si infranse e precipitò in basso. I calcari che sovrastavano, formano due lembi inchiodati nelle depressioni delle roccie cristalline dell'alto del vallone di Serrù; sono rappresentati da calcare compatto grigio-chiaro con un accenno alla cristallinità e lamine di mica, identico ad una delle varietà studiate alla Granta Parey in val di Rhêmes.

Roccie di decomposizione. — Le roccie di decomposizione chimico-meccanica sono rappresentate da tufi o calcari cavernosi, ora terrosi micacei, ora più resistenti (n. 120 128, 78) al Colle di Bassac, a Monte Forçat, a Plonta pel versante destro, al vallone d'Arpes Vieilles, al Colle delle Cloux pel versante sinistro.

Le roccie, o meglio gli accumuli di decomposizione meccanica o di trasporto hanno grande sviluppo.

I *clappeys* ed i detriti superficiali in posto si vedono molto bene al circo del Colle di Bassac, alla base di Becca di Toss, alla salita del Colle di Mont, nell'alto del vallone d'Arpes Vieilles.

I coni di deiezione si sviluppano alla Saxe Ponton, alla Saxe Savoie, al Chalet e nel bacino di Prariond.

Un bel piano di alluvione è quello di Supplan.

Le morene recenti sono amplissime e numerose, e meritano cenno quelle dei ghiacciai di Glairetta, Vaudet, Patte des Chamois, Vert, Tavella, Maurin, Quart, Ormelune, S.t Martin, Monte Forçat, Château Blanc, Planaval. Le morene antiche figurano ampiamente a Vaudet, al bacino di Fornets, a Mentieu, a Bône, al bacino di Val Grisanche, a quello di Prariond, a Revers, a Planaval, Clusa, Baulen, Millières, a Grand Aury, Provence, Bourogne, Chanim, Combes, Verney, e nel vallone di Pra Longet.

Stratigrafia. — La Val Grisanche è più distante che la Val di Rhêmes dalla ellissoide di sollevamento del Gran Paradiso ed ancora tutta scavata nella *zona delle pietre verdi*. I lembi di terreni più recenti vi sono scarsissimi e non intralciano gran che l'andamento stratigrafico. Per conseguenza se per la lontananza dalla ellissoide di sollevamento questo andamento stratigrafico soffre qualche deviazione puramente locale dalla regolarità che dovrebbe avere, pur nondimeno questa regolarità nel suo assieme è mantenuta. Ricordiamo che l'asse del sollevamento è da sud 35° ovest a nord 35° est. Le roccie cristalline di Val Grisanche si dirigono prima a nord 50° a 60° est, verso la parte bassa della valle, poi a nord est verso la parte mediana ed a nord verso l'alto; e la valle seconda molto bene a deviazioni molto leggere questo

andamento di direzione degli affioramenti, come risulta dalle seguenti direzioni già costatate nella descrizione topografica:

Dalle origini ai Fornets. . . = nord 10° est
Dai Fornets a Revers . . . . = nord 50° est
Da Revers allo sbocco . . . = nord 65° est.

Tutti gli strati si rialzano verso il Gran Paradiso, cioè al sud est, epperò la Val Grisanche è valle d'interstratificazione in tutto il suo tragitto, or parallela, ora leggermente obliqua alla direzione degli strati; avrà quindi in generale un pendìo sul versante destro più dolce che non sul versante sinistro, quello corrispondente a piani di strati inferiori, questo a testate di strati superiori; i valloni sarannno erti e brevi a sinistra, fatta eccezione per quelli di Planaval e di Mont, saranno meno erti e più sviluppati a destra; e ciò verificheremo nell'esame dettagliato delle varie porzioni della valle. Il fondo della valle è però in generale stretto ed incassato perchè essendo gli strati poco inclinati, il *thalweg* corre in una erosione profonda e le stratificazioni di destra si ripetono sulla sinistra.

Come per la Valle di Rhêmes, così per la Val Grisanche cominciamo dal basso.

Dallo sbocco della Valle a Revers. — I grandi banchi di gneiss che formano le montagne a destra e sinistra della valle, con scarse intercalazioni di schisti amfibolici e calcare cristallino, si dirigono nell'ultimo tratto della valle da Revers allo sbocco a nord 75° est, mentre la valle è diretta a nord 65° est; essa per conseguenza taglia obliquamente gli strati con un angolo di 10° gradi, aperto a nord 70° est. Essa è incassata profondamente in una lacerazione ed erosione degli strati più bassi, epperò ci spieghiamo come il torrente percorre uno strettissimo ed orrido canalone dominato da selvaggie e nere pareti di roccia; questo *thalweg* si allarga un poco in corrispondenza di Chamençon. Intanto però gli strati inclinano tutti a destra ed a sinistra ad ovest 50° nord di 15° a 25°; questa è la ragione per cui il versante sinistro è foggiato ad enormi gradini che salgono al clinale divisorio con il vallone della Villotta e d'Interrey; questo versante non è inciso da valloni, ma da semplici scolatoi. Sul versante destro invece, corrispondente a piani di strati, dopo sollevatisi sul gradino di erosione e lacerazione, saliamo per lenissimo pendìo, e per gli amplissimi pascoli di Grand Aury, Alpettes, Cossavei al clinale divisorio con Val di Rhêmes. Ciò nondimeno a sinistra troviamo una lunga piattaforma da Planaval a Millières fino al basso di Mont Colomb; questa non è dovuta alla disposizione stratigrafica delle roccie, ma sibbene al lavoro di erosione dell'antico ghiacciaio di Val Grisanche, il quale lavorava pur anche a terrazza il versante destro, depositandovi poi le morene nel suo ritiro, contribuendo a renderlo anche più dolce.

Da Revers ai Fornets. — Non a caso dicemmo che da Revers in basso il torrente corre in un cunicolo di lacerazione, allargato ed approfondito per lavorìo del torrente stesso. Da Revers risalendo la valle sino alle sue origini troviamo che le diverse roccie presentano a destra ed a sinistra del *thalweg* le loro testate. Le diverse stratificazioni sono nel loro assieme, è vero, sollevate verso l'ellissoide del Gran Paradiso, ma una piccola piega di ondulazione ha prodotto una specie di leggiero sollevamento su tutto il tragitto della valle da Revers in su; questa curva d'anticlinale

appena accentuata è spezzata, ed il *thalweg* di Val Grisanche corrisponde precisamente alla spezzatura di questo leggiero anticlinale; ciò ci spiega come la valle sia così ristretta nel basso, mentre si amplia sui versanti. Ora questa curva, questa piega convessa in alto, non s'accentua bene che da Revers verso l'alto della valle, epperò sotto Revers non è indicata come lo prova la sezione verticale n. II; mentre è segnalata da tutte le altre sezioni nelle media e nell'alta valle. Ciò non pertanto la lacerazione si prolunga negli strati profondi del gneiss fino allo sbocco della valle, e per questa lacerazione s'incanalò il torrente.

Da Revers ai Fornets la Val Grisanche corre ancora obliqua alla direzione degli strati; difatti questi sono diretti a nord est, mentre la valle ha una direzione nord 50° est; quindi un angolo di 5° aperto a nord 42° est. La direzione della valle prima a nord 50° est, poi a nord 65° est è dovuta, come già dicemmo per la Val di Rhêmes, alla maggior difficoltà che si oppone al lavoro di erosione e demolizione dalle testate di banchi potenti di gneiss, che non dal piano di banchi più profondi; notando poi ancora che a questo risultato contribuisce grandemente la maggior copia di acque, che naturalmeute deve provenire da più ampio versante corrispondente a piani di strati. La sezione verticale n. VII ci dimostra la disposizione stratigrafica corrispondentemente ad una linea che tagli la valle tra la Becca di Pissau ed uno degli spuntoni sulla costiera del Ruitor a nord della Testa del Ruitor. L'imbasamento è il gneiss formante un anticlinale ottuso spezzato al *thalweg;* vengono superiormente schisti amfibolici, calceschisti, e calcari cristallini spezzati anch'essi e che si corrispondono sui due versanti; epperò, se non dovessimo tener conto della generale inclinazione a nord ovest, la nostra vallé esaminata isolatamente per quel tratto dovrebbe considerarsi piuttosto come valle di lacerazione ed erosione. Ma numerose accidentalità topografiche la riconducono al tipo di valle d'interstratificazione, obliqua però di 5° alla direzione degli strati per cui questi successivamente la attraversano passando dall'uno all'altro versante; ciò è messo in piena evidenza dalle due grandi striscie amfiboliche che passano dal destro al sinistro versante a monte di Revers e a Serevey. Esaminati i versanti dal basso della valle essi formano due erti gradini di roccie, con maggiore elevatezza però e ripidezza a sinistra corrispondentemente alle testate di strati immergenti a nord ovest regolarmente, e con minore elevatezza e ripidezza a destra, giacchè ivi gli strati presentano irregolarmente in basso le loro testate per fatto della ondulazione spezzata, ma in alto immergono anch'essi regolarmente a nord ovest. Per conseguenza a sinistra abbiamo un erto gradino roccioso da Revers non interrotto fino a Bône, donde precipitano a cascata i torrenti dei valloni secondarî; a destra invece il gradino è poco accentuato e spezzato in molti punti e demolito allo sbocco dei valloni secondarî. A sinistra tutti i valloni, tranne quello di Planaval, sono ripidissimi, brevi; vi si accede per una gola precipitosa scavata nel gradino inferiore, poi si giunge ad una terrazza di erosione glaciale, che sorregge un ghiacciaio; ed a monte di questo un gran muro di roccia, la parete della costiera del Ruitor; son tutti valloni normali agli strati quelli di Orfeuille, Miollet, Avalanche, Château Blanc, Arpes Vieilles. Hanno tutti una fortissima pendenza in basso ed in alto foggiansi a ristretti bacini con magri pascoli invasi da ghiacci e morene nel mezzo. Il vallone di Planaval fa eccezione alla regola; rammentiamo che esso si trova nell'angolo di

piegatura del clinale limite a nord ovest, dove dal Paramont si stacca e scende a est 30° nord la diramazione più orientale della catena divisoria colla Valle della Thuille. Il vallone di Planaval in alto è vallone di comba, in basso invece taglia normalmente gli strati piegando per conseguenza in curva dall'alto al basso, da nord est, ad est, a sud est; a questa condizione di cose deve il vallone di Planaval la sua maggior lunghezza ed ampiezza, la minor pendenza, e la maggior ricchezza di acque e di pascoli. I pascoli d'Orfeuille, Miollet sono invece molto più ristretti e quali devono essere per valloni che tagliano normalmente strati inclinati nel senso inverso della discesa dei valloni. Il versante destro, astrazione fatta dal gradino inferiore destro alla piega lacerata di cui parlammo, si adagia a piani di strati; quindi maggior lunghezza dei valloni, minor ripidezza, pascoli sviluppatissimi, abbondanza di acqua fermata dai molti detriti superficiali, che possono arrestarsi sul piano a dolce pendìo. Amplissimi sono infatti i pascoli dei valloni di Prariond, Toss, Plonta, Pra Longet, Nua e Bouc. Si ripete nella Val Grisanche ciò che vedemmo nella Val di Rhêmes ed infatti sono valli di origine identica, amendue valli d'interstratificazione. Diamo a dimostrazione dell'andamento stratigrafico le sezioni verticali n. VII, n. VIII e n. IX.

Dai Fornets alle origini. — Dal bacino di Fornets la valle risale a sud 10° ovest, si restringe, e la direzione degli strati si fa da nord a sud. Per essi la valle si è quasi parallela a questa direzione degli strati. Essa è incassata profondamente nella lacerazione della ondulazione per piega di pressione laterale, cosicchè gli strati bassi del versante sinistro si ripetono in alto nel versante destro, fino a che si riuniscono i limiti all'apice strettissimo della valle sotto al ghiacciaio di Glairetta. Il versante sinistro corrisponde a testate di strati inclinanti ad ovest, epperò, come già vedemmo nella descrizione topografica, è ripidissimo, e canaloni, burroni più che valloni lo solcano normalmente alla direzione degli strati. Questi burroni sono veri scolatoi delle acque e delle macerie dei ghiacciai di Quart, Maurin, Tavella, Vuert, Pattes des Chamois e Vaudet. Il vallone Serrù, che non mette ad alcun ghiacciaio, ma ai colli delle Cloux e del Lago Nero, contiene lembi di calcari secondarî in istratificazione discordante, precipitati dall'alto del clinale di Becca di Suesse; questa poi presenta lembi del terreno antracifero, di quarziti e calcari secondarî sempre in istratificazione discordante, come risulta dalla sezione verticale n. X.

Il vallone di S.t Grat o di Mont è molto più sviluppato; coincide all'angolo formato dal clinale alpino al Picco di Loydon col clinale secondario spartiacque tra Val Grisanche e Val della Thuille; normale fino alla salita al Colle di Mont si fa obliquo all'andamento della stratificazione fin sopra al lago di S.t Grat. È l'analogo del vallone di Planaval; questo nell'angolo sagliente a nord nord ovest s'incurvava dall'alto al basso in direzioni a nord est, ad est, a sud est, il vallone invece di Mont o S.t Grat nell'angolo sagliente ad ovest ha una curva inversa; si dirige cioè scendendo a sud sud est, a sud est, ad est. Come vediamo, questi due valloni sfuggono alla regola generale pei valloni del versante sinistro in forza del ripiegarsi in curva doppiamente spezzata della direzione degli strati su quel versante.

Il versante destro dai Fornets all'apice della valle si comporta come nel basso. Prima un erto gradino tutto cosparso di frantumi, corrispondente alle testate di

frattura; poi piani inclinati più o meno ripidi sui piani degli strati. Valloni e bacini ampiamente sviluppati ricolmi di grandi ghiacciai, quelli di Mont Forçat e di S.t Martin e di Bassac; pascoli elevati molto grandi e conche di detriti e sfasciumi. All'apice della valle tutto è mascherato dal gran ghiacciaio di Glairetta unentesi a destra al ghiacciaio di Bassac, a sinistra a quello di Vaudet. Le due sezioni verticali IX e X mettono in evidenza la generale inclinazione ad ovest, e la ripiegatura spezzata corrispondente al *thalweg* della valle.

Riassumendo per ciò che riguarda i rapporti dell'idrografia ed orografia colla stratigrafia abbiamo che la Val Grisanche è scavata nelle roccie cristalline recenti; che ne accompagna con leggera obliquità la direzione in curva dal nord 65° est, al nord 50° est, al nord 10° est, essendo quella direzione nord 75° est, nord 45° est e nord; che corrispondentemente al *thalweg* havvi ancora una leggiera curva convessa per piega, spezzata, e che nella spezzatura corre il torrente della valle; che in generale il versante sinistro è erto e tagliato da ripidi e brevi valloni normali agli strati inclinanti in senso inverso; che il versante destro è più ampio, a pendìo più dolce, e ad ampî dossi ricoperti di pascoli, come quelli che corrispondono a piani di strati; che il basso del versante destro è piuttosto erto per le testate degli strati ripiegati verso il *thalweg;* che sul versante sinistro due valloni, quelli di Planaval e du Mont, sono più lunghi ed a curvatura inversa l'uno dell'altro, perchè corrispondenti ad angoli del clinale limite occidentale; infine che per questa curvatura e nella parte mediana di essa, il clinale è molto distante dal *thalweg*, ma i valloni secondarî non arrivano sino ad esso, salvo i due mentovati, ma solo ad un grande altipiano coperto da grande ghiacciaio, il ghiacciaio di Château Blanc.

CAPITOLO III.

Valloni d'Harpi, di Gonier, d'Interrey, de la Froche, di Chenton e di Villotta.

Topografia. — Nei cenni generali sulle Graie settentrionali, versante italiano, nella introduzione, abbiamo detto che il clinale secondario spartiacque tra Val Grisanche e Valle della Thuille si mantiene unico dal Picco di Loydon alla piramide del Paramont; che ivi si divide in due diramazioni, l'orientale scendente a Liverogne a nord 60° est per 11 chilometri; e l'occidentale a nord nord ovest nel suo assieme, a mezza via tra Pré-St-Didier e Morgex, per 12 chilometri e mezzo. L'area triangolare compresa tra queste due diramazioni; e la Dora Baltea dalle vicinanze di Pré-St-Didier a Liverogne ha una periferia di circa 36 chilometri, e misura presso a poco 50 chilometri quadrati. È divisa in diversi valloni per opera principalmente di due contrafforti di ordine inferiore. Il più orientale si stacca dalla Tour di Tigliet sulla diramazione orientale, e scende a nord nord ovest per poi piegare a nord e a nord nord est e termina alla Dora Baltea presso Derby; ad est ed a sud est di questo contrafforte formano col loro assieme un'area triangolare irregolare le combe della Froche, di Chenton, di Villotta; ad ovest ed a nord ovest si sviluppa il maggior vallone, quello d'Interrey o d'en haut. Poi a nord ovest del Passaggio d'en haut si stacca un secondo

contrafforte, che per 3500 metri scende a nord 10° est, poi si divide in due digitazioni, delle quali l'una per tre chilometri discende a nord 25° est al Monte Falcon in faccia al Villair, l'altra invece si dirige prima a nord, poi a nord est con uno sviluppo di 4 chilometri circa, terminando alla Dora Baltea, poco a valle di Morgex. Fra queste due digitazioni s'interpone il vallone di Gonier. Fra questo secondo contrafforte e la sua digitazione occidentale e la diramazione occidentale del clinale divisorio con Val della Thuille si annida il lungo e stretto vallone d'Harpi o della Trava. Passiamo in rivista topograficamente questi diversi valloni.

Valloni di Froche, Chenton e Villotta. — I valloni formanti il gruppo orientale, cioè le combe di Villotta, Chenton e Froche vanno descritti assieme; difatti poco accentuati sono i rilievi che separano i diversi torrenti. L'area complessiva è di circa 10 chilometri quadrati. Il clinale divisorio con Val Grisanche degrada a grandi scaglioni dalla Tour di Tigliet, per la Tête Ronde e il Monte Colomb a Ruinaz e Liverogne. Superiormente è selvaggio; ma in basso si cuopre di foreste, di pascoli e di campi, per i numerosi lembi morenici, che ricuoprono le roccie a terrazze di erosione glaciale. Il contrafforte limite a ponente, scende scosceso per breve tratto dalla Tour di Tigliet; ma poi si addolcisce e si ammanta di una stupenda foresta.

In basso verso la Dora Baltea abbiamo le rupi selvaggie che formano il doppio défilé di Avise e di Pierre Taillée (metri 831), e fra essi il freschissimo e limitato bacino di Ruinaz (metri 819). Rimontando la valle della Dora, corrispondentemente al Ponte d'Equiliva (metri 788) il rilievo tra i torrenti Villotta e Chenton è foggiato a terrazza morenica, e su di questa il villaggio di Villotta è più in alto, sullo istesso spartiacque tra i due torrenti nominati, trovansi i casolari di Créta. Le montagne a destra della Baltea a monte del Ponte d'Equiliva si fanno meno ripide e troviamo lo sbocco del valloncino della Froche, poi il torrentello del Dard ed infine il villaggio di Derby. Poco più sopra di Derby, sulla montagna alcune oasi di pascoli si aprono nella foresta e sono le Montagnes de Derby e Plan Champ.

La foresta folta e bellissima occupa quasi tutta l'area corrispondente a questi diversi valloni, ed è solo verso l'alto di essi che essa intristisce e dà luogo a grandi *clappeys* al piede degli estremi rilievi rocciosi. I più sviluppati dei diversi valloni sono quelli di Chenton e della Froche, che hanno circa 4 chilometri di lunghezza, con una media pendenza del 45 per $^0/_0$ circa.

Vallone d'Interrey. — Oltrepassato Derby, rimontando la valle alcune belle cascate biancheggiano in modo eminentemente pittoresco attraverso la bruna foresta; esse rappresentano tanti canali provenienti dalla divisione del torrente del vallone d'en haut o Interrey. La carta dello Stato Maggiore delinea il tragitto del torrente del vallone e lo sbocco di questo nella valle della Dora Baltea; il delineato è falso, il vallone d'Interrey non ha sbocco nella valle, cosa stranissima e curiosa, esso termina in alto di un erto gradino di roccia ad un 500 metri sulla valle della Dora alla piattaforma morenica d'Interrey, il torrente si fraziona in numerosi rigagnoli che capricciosamente ed in varie direzioni attraversano la foresta sottostante senza che uno di essi possa veramente considerarsi come il principale, senza che uno dei tanti burroni nel folto del bosco possa erigersi al grado di vallone in continuazione del vallone superiore d'Interrey.

Da Derby al Monte Falcon la foresta è aperta qua e là a piccoli prati e campi di non grande sviluppo; più sopra abbiamo una terrazza morenica coi casolari d'Interrey e qui può dirsi il termine del vallone. Il vallone misura, cominciando dalla Dora Baltea e terminando alla costiera tra il Paramont e il Passaggio d'en haut presso a poco 7 chilometri in lunghezza, ed in larghezza in media 2800 metri; l'area viene ad essere approssimativamente di 20 chilometri quadrati. La pendenza è in media del 34 per $^0/_0$.

Dalle case d'Interrey il vallone si mantiene indiviso per circa 2 chilometri a monte fino alla Montagne d'en haut; la pendenza vi è minima; il fianco occidentale è tutto campi e prati interrotti da lembi di foresta e rovine di frantumi provenienti dal Monte Foglietta; a destra, a levante, la foresta si stende foltissima a mascherare le roccie della costiera della Tour di Tigliet. Alla Maison d'en haut, ove si forma un misero bacino di pascoli, il vallone si divide in più valloncini originarî. Il più occidentale sale in direzione ovest per rovine enormi interrotte da radi boschi alla costiera selvaggia a roccie nude ed infrante di Poignetta, e pel valico di Ameran conduce nel vicino vallone d'Harpi, al lago di Trava; questo vallone contiene pochi e miseri pascoli per capre, dicesi di Génet; fra i ruderi dei monti in isfacelo e le rade boscaglie si trova un'infinità di fragole, lamponi e di mirtilli. In alto questo burrone presenta roccie ben levigate. Più a sud del Colle d'Ameran trovasi il Passaggio di Serre, che conduce pure nel vallone d'Harpi o Trava, alle sue origini presso il lago di Pierre Rouge.

Due altri valloncini, o lunghi cunicoli salgono a sud sud ovest per tre chilometri e mezzo, attraverso un dedalo di roccie frantumate, *clappeys,* e dossi levigati, e nudi ad una conca glaciale molto selvaggia; in alto sul clinale abbiamo il valico nella Valle della Thuille, chiamato Passaggio d'en haut, o di S.ta Margherita donde si discende nel vallone delle Ussellettes ed alla cappella di S.ta Margherita. A sud est di questo passaggio il clinale è molto aspro e da esso dirama un contrafforte detto il Grand Sant in direzione nord nord est fino alla Maison d'en haut; questa costiera di roccie tutte frantumi, ripidissime, scoscese, in alto divide la conca glaciale d'en haut da quella di Paramont. Il ghiacciaio d'en haut è per la massima parte coperto da enormi accumuli di rottami, che lo mascherano quasi completamente; le roccie levigate di questa conca occidentale del vallone d'Interrey provano che il ghiacciaio d'en haut era molto più sviluppato in altri tempi. Questa porzione del vallone d'Interrey è eminentemente selvaggia e desolata.

La conca orientale è formata dal valloncino di Paramont. È limitata al sud est dal clinale Paramont-Tour di Tigliet, clinale a versante molto scosceso ed attraversato da un colle molto disaggevole, che mette in Planaval; al nord ovest forma limite la costiera del Grand Sant. È molto stretta e lunga circa 4 chilometri; giunge fino alla vetta del Paramont. Si sale dapprima per un'erta gola tutta imboschita, dalla quale si raggiunge un solitario bacino di pascoli torbosi, ove il torrente ad acque biancastre si espande a mo' di lago. D'ogni intorno rovine colossali si adagiano sugli scoscesi pendii dei monti. Alla base del Paramont sta un piccolo ghiacciaio, il ghiacciaio di Paramont.

Vallone Gonier. — Il vallone Gonier, diviso in più burroni, sbocca alla Dora

Baltea poco a monte del Ponte della Salle. Il basso del versante presso la Dora è tutto praterie e campi tagliati qua e là da infecondi coni di deiezione formati ogni tratto dai torrentelli, che incanalati in ripidissimi burroni solcano la folta foresta. Questa fa seguito a quella della Villotta, Chenton, Froche, Derby, Interrey; è una gran zona non interrotta di boschi, che dal limite con val Grisanche passa in Val della Thuille vestendo nell'intermezzo il fianco meridionale di Val d'Aosta (Val Digne). Una ripida salita tutta coperta di foreste conduce all'alto del vallone; la foresta è aperta in alcune aree e si trovano bellissime praterie, e campi come a Chabaudy, Bellive, Boité. L'alto del vallone è rappresentato da un desolato bacino con magrissimi pascoli e congerie di frantumi tra il Monte Foglietta, il Monte Poignetta e il Monte Charvet. Un valico tra questi due ultimi rilievi, il Passaggio di Perèza, conduce al lago di Trava nel vallone omonimo o d'Harpi. La totale lunghezza del vallone Gonier è di 3 chilometri e mezzo; la sua area presso a poco 4 chilometri quadrati; la pendenza media del 40 per $^0/_0$.

Vallone d'Harpi. — Il vallone d'Harpi o Trava sbocca nella valle della Dora Baltea di fronte a Morgex a circa 900 metri sul livello del mare. Sale per circa un chilometro e mezzo in una conca tutta prateria e lembi di foresta; questa prima e più bassa parte del vallone è percorsa da una bellissima strada militare, che conduce ai trincieramenti del Principe Tommaso. Oltrepassata la foresta si raggiunge uno stupendo bacino di vastissimi prati e qualche raro campo, a montagne a dolce pendìo ai fianchi, ove stanno i casolari di Harpi, di S.t Grat e la cappella di Notre Dame des Neiges. Queste praterie si spingono per quasi due chilometri fin oltre la Croux, ove il vallone cambia direzione di salita da sud ovest a sud. Dalla Croux la strada militare sale al Colle di S. Carlo per scendere in Valle della Thuille ai trincieramenti. Dal luogo ove il vallone si ripiega sale a sud per circa sei chilometri, restringendosi e facendosi via via più selvaggio. Prima un erto scaglione di roccia conduce ad un bacino a pascoli, per ovine ove sta il bel lago di Trava; ad oriente le ertissime pendenze della Poignetta; ad occidente la costiera non meno ripida e selvaggia di Mont Colmet. Un sentieruolo per servizio militare conduce al Colle della Croce al sommo dei trincieramenti. Il vallone seguita a salire restringendosi sempre più tra nude roccie e *clappeys* fino ad altro salto di roccia, sopra il quale un secondo lago, il lago di Pierre Rouge, è dominato da un piccolo ghiacciaio che si addatta nell'angolo acuto formante l'origine del vallone. La totale lunghezza di questo vallone, così ridente e fresco in basso, e selvaggio e desolato in alto, è di circa 9 chilometri, con una media larghezza di 1800 metri, il che ci dà un'area approssimativa di 16 chilometri quadrati, con una pendenza media del 21 per $^0/_0$.

Petrografia. — Le forme petrografiche dei valloni compresi fra le due diramazioni della catena secondaria tra Val Grisanche e Val della Thuille si riferiscono ai terreni cristallini recenti ed ai terreni antracitiferi, astrazione fatta da pochi lembi tufacei nel vallone d' Harpi.

Terreni cristallini. — I terreni cristallini recenti formano un gran sinclinale di cui un margine si rialza verso la ellissoide del Gran Paradiso corrispondentemente alla vetta del Paramont, a tutta la diramazione orientale della catena secondaria tra Val Grisanche e Val della Tuille dal Paramont a Liverogne, ai valloni di Villotta, di Froche ed a parte del valloncino di Paramont nel vallone d'Interrey; l'altro margine

si rialza invece contro l'ellissoide del Monte Bianco e si mostra scoperto in tutto il vallone d'Harpi o di Trava per la parte inferiore al lago di Trava.

Le forme petrografiche rappresentate dai terreni cristallini recenti sono gneiss, calceschisti, roccie amfibolico-feldispatiche, calcari cristallini. I gneiss e gli amfiboloschisti sono visibili solo al margine orientale del sinclinale.

Il gneiss, ovverosiasi anche il micaschisto feldispatico, si presenta alla vetta del Paramont, alla Tête Penchante alla Tour di Tigliet, alla Tête Ronde, al Monte Colomb a Liverogne, nel vallone di Froche, al défilé di Pietre Taillée, a quello di fronte ad Avise. La forma più ordinaria è quella di un gneiss a lastre, o di micaschisto a rivestimento di mica grigia, grigio-rossastra, grigio-argentina con intercalazioni di quarzo e feldispato granulari cristallini, grigi o biancastri (n. 182, 175, 174, 177). Talora però il gneiss si presenta tabulare ancora, ma ad elementi molto fini (n. 113) ovvero a struttura grossolana ed a larghe lamine di mica grigio-brillante (n. 184). Fra gli strati di gneiss e di micaschisto feldispatico incontransi a volta dei noduli quarzosi (n. 166).

Le roccie feldispatico-amfiboliche formano due striscie dirette secondo gli strati nei valloni di Chenton e di Villotta. Si presentano sotto forma di paste compatte colorite in verde scuro da fibrille d'amfibolo, con un po' di clorite e mica (n. 178), anche alquanto schistose (n. 177) con dei noduli quasi di puro feldispato (n. 176).

I calceschisti sono poco sviluppati nel margine orientale visibile del sinclinale, ma intercalati con banchi di calcare cristallino formano tutta la massa del margine occidentale; presentano l'aspetto ordinario di schisti quarzoso micacei, molto ricchi di calcare granulare cristallino (n. 186).

I calcari cristallini si presentano al Monte Colomb, come calcare saccaroide, quasi puro in una bella lente utilizzata per estrazione di pietra da calce. Predominano però sul margine occidentale ove formano un banco rialzato a nord ovest per tutta la costiera d'Harpi dal Colle S. Carlo a Morgex; è un calcare cristallino bianco, bianco grigio, o grigio con venature più scure, e laminette micacee (n. 191).

Terreni antracitiferi. — Le roccie formanti i terreni antracitiferi sono anch'esse disposte in sinclinale addattantesi nel sinclinale delle roccie cristalline. Esse quindi appaiono in una zona di circa 5 chilometri di larghezza nell'alto del vallone di Trava o d'Harpi, in tutto il vallone di Gonier, in tutto quello d'Interrey, meno che sui fianchi di Tour di Tigliet, della Tête Penchante, e in parte del vallone di Froche. Sono tre le forme petrografiche che si sovrappongono regolarmente e costituiscono l'assieme delle roccie antracitifere.

Le roccie più profonde sono rappresentate dall'arenaria o grès antracitifero con straterelli intercalati di schisti alluminosi carboniosi, lucenti o non, molto fissili: sono gli schisti che generalmente accompagnano e contengono gli affioramenti delle lenti antracitiche. Sopra viene un piano di grès, cui sovraincombe in alto la puddinga della zona antracitifera.

Il grès antracitifero nella sua forma tipica risulta da granuli quarzosi molto fini commisti con pagliette micacee; la mica n'è sempre più o meno disposta in rivestimenti paralleli che danno la divisibilità della roccia in lastre sottili; si trovano però talora dei grès a struttura più massiccia; il colore è generalmente grigio scuro; tipico lo troviamo nel vallone di Trava sotto al lago (n. 187, 189). Talora la struttura è

più grossolana e la tinta più chiara, come presso il ghiacciaio d'en haut (n. 172) o al Passaggio d'en haut (n. 173) con un leggero accenno alla struttura cristallina, che a prima vista potrebbe confonderlo con un micaschisto (n. 170-171). Questa rassomiglianza coi micaschisti è tanto più marcata nelle vicinanze di roccie micacee cristalline sottostanti; tracciare un piano di demarcazione riesce talora molto difficile; questi passaggi potrebbero illuminare sulla genesi per metamorfismo dei micaschisti. Conviene però dire che generalmente i micaschisti non sono mai esenti completamente da feldispato, mentre che finora i grès antracitiferi delle regioni da noi studiate, per quanto modificati nella loro struttura, presentano solo del quarzo e della mica; mancano poi assolutamente di calcare, epperò essi si distinguono molto bene dai calceschisti, cui potrebbero avvicinarsi per aspetto esterno. La tinta ne è talora chiarissima e molto fissile è la roccia, come al lembo staccato che si appoggia ai fianchi della Tour de Tigliet. Nel vallone d'Harpi si trova un grès scuro molto ricco di mica e forse carbonioso, a grana finissima, è un passaggio agli schisti (n. 190); come nello istesso vallone trovasi in vicinanze degli schisti neri lucenti delle placche di grès rivestite di schisto (n. 189).

Il grès antracitifero sottostante alla puddinga trovasi nell'alto vallone d'Harpi, in tutto il vallone Gonier, sopra Derby e sui margini del vallone d'Interrey. Sui margini della zona s'intercalano striscie di schisti neri al lago di Trava nel vallone d'Harpi, a Mont Charvet, sul limite occidentale del vallone Gonier, sul fianco sinistro del valloncino di Paramont e più in basso in istriscie fino a Derby.

Questi schisti sono neri o grigio-piombo scuro, a struttura fogliaceo-laminare o piana od arricciata e pieghettata, sono fissili, si riducono in lastre sottili, ognuna divisibile in foglietti, sono lucentissimi tanto che possono per riflessione dei raggi solari sembrar bianchi a distanza, macchiano le dita, son dolci al tatto, si disaggregano in minuti frammenti, che formano poi una specie di poltiglia, contengono sempre più o meno delle sostanze carboniose, sono alluminoso-talcosi (n. 167).

La puddinga della zona antracitifera è una curiosa roccia, essa è formata da noduli lenticolari schiacciati, di quarzo granelloso cristallino, o straterelli ad ingrossamenti dello istesso materiale rivestiti di mica or chiara or grigio scura. Gli elementi della puddinga subirono evidentemente un processo di metamorfismo per la loro struttura tanto che in alcuni casi si passa a forme che rassomigliano molto a certi gneiss porfiroidi, ma i nuclei non sono mai di quarzo grasso e di feldispato in grossi cristalli. Talora la puddinga contiene granuli quarzosi vitrei, rosei e scuri, e poco alla volta assume l'aspetto di una anagenite granitoide. Queste trasformazioni sono più accentuate nella Valle della Thuille, e tanto accentuate che parrebbe a prima giunta aver che fare con roccie cristalline; ma la continuazione degli strati con quelli a puddinga tipica della Savoia toglie di mezzo ogni dubbio. La puddinga sviluppata del vallone a Interrey al Passaggio d'en haut, alla Poignetta, alla Foglietta fin quasi alla Baltea è come quella che abbiamo a tutta prima descritta (n. 169, 192).

Materiali detritici. — I depositi detritici, passando sopra alle zone di tufi al contatto tra i calceschisti e le roccie antracitifere nel vallone d'Harpi, sono grandi *clappeys* nei valloncini di Paramont e d'en haut, nell'alto dei valloni di Gonier e d'Harpi, il morenico alla Villotta, a Arbarey, e Plan Champ presso Derby, in varî

punti della foresta di Ponte della Salle, a Prariond, S.t Grat ed altri punti del vallone d'Harpi; i detriti in posto e d'alluvione formano i bei pascoli d'Harpi: i coni di deiezione si sviluppano nella bassa valle allo sbocco dei valloni Gonier e d'Harpi.

Stratigrafia. — Già dicemmo come questi valloni ora descritti topograficamente e petrograficamente corrispondano ad un sinclinale delle roccie cristalline, in parte mascherato da un sinclinale della zona antracitifera. Questa condizione di cose è messa in piena evidenza dalle due sezioni verticali n. XI e n. XII.

Di questo sinclinale dovremo discorrere più a lungo parlando della Valle della Thuille. Intanto per ora noi osserveremo che tutti i valloni cadenti tra le due diramazioni della catena secondaria staccantesi dal Picco di Loydon sono vere combe, sono valloni d'interstratificazione, tranne la parte elevata del vallone d'Harpi che è di erosione e normale alla direzione degli strati, ed il vallone d'Interrey che è vallone di sinclinale.

La generale direzione degli strati cristallini e della zona antracitifera è a nord 50° est.

Cominciando dal vallone d'Harpi esso, dalle origini fino alla Croux, scende a nord con un angolo di 50 gradi colla direzione degli strati, i suoi fianchi sono identici per ripidità e sono egualmente scoscesi come conviene a vallone quasi normale o molto obliquo alla direzione degli strati, in cui è scavato. Ma dalla Croux alla Dora Baltea corre a nord 55° est, cioè quasi nella direzione stratigrafica. È un vallone di comba, d'interstratificazione. Come poi ivi gli strati inclinano ad est 50° sud, così il fianco sinistro è a piano inclinato dolce, mentre che più scosceso è il fianco destro corrispondente a testate di strati.

Il vallone di Gonier scende a nord 50° est; si trova nel margine sinistro rialzato a nord ovest del sinclinale, epperò presenta presso a poco le istesse accidentalità della parte inferiore del vallone d'Harpi; difatti il fianco sinistro è molto più ampio ed a pendìo più dolce, che non il fianco destro formato dall'erta costiera di Foglietta.

Il vallone d'Interrey è di sinclinale; quindi preso nel suo assieme, e lasciando certi dettagli di erosione nella comba di Paramont, avrà un pendìo dolce sull'uno e sull'altro versante corrispondenti a piani degli strati della puddinga antracitifera. Questa superficiale formazione della zona antracitifera è ondulata corrispondentemente al sinclinale, laonde abbiamo i diversi cunicoli quasi paralleli, in cui in alto si divide il vallone. Sotto alle case d'Interrey nella discesa alla Dora Baltea si passa dalla puddinga al grès antracitifero sottostante, giacchè ivi le stratificazioni delle roccie formanti la zona antracitifera non inclinano verso la Dora collo istesso grado con cui inclina il vallone. All'essere il vallone d'Interrey, vallone di sinclinale, cogli strati meno inclinati verso la valle principale come il vallone stesso, è dovuta quell'accidentalità curiosa di terminare ad un pianerottolo e non continuare fino al basso con un'apertura ben determinata; in casi identici il vero vallone seguita in basso quando le acque trovarono modo di agire con maggior potenza su un dato punto debole; qui questo fatto non si è verificato. Nell'alto del valloncino di Paramont abbiamo una porzione di vallone che è d'interstratificazione fra i gneiss e la zona antracitifera e come gli strati ivi inclinano a nord nord ovest, la costiera di Grand Sant a sinistra presenta un versante ripido perchè corrispondente a testate di strati, mentre il

versante opposto che sale al Paramont ed alla Tour di Tigliet è più sviluppato e meno erto. Il vallone d'Interrey nel suo assieme corre a nord 50° est, vale a dire nella regolare direzione delle stratificazioni.

I valloni di Froche, Chenton, Villotta sono vere combe nel gneiss; corrono a nord 50° est come gli strati ed hanno secondo la regola dei fianchi più ripidi a nord nord ovest che a sud sud est.

Notiamo ancora che un lembo di terreno antracitifero rimase staccato dalla zona ed applicato sui fianchi della Tour di Tigliet.

Ritorneremo sui rapporti di posizione della zona antracitifera coi terreni cristallini nello studio stratigrafico della Valle della Thuille.

CAPITOLO IV.

Valle della Thuille.

Topografia. — Questa valle considerata sotto i punti di vista orografico ed idrografico si allontana molto dal tipo ordinario delle valli traversali della catena principale. La Valle di Rhêmes si originava da un circo glaciale ampio in confronto della larghezza generale della valle; la Val Grisanche si restringeva in alto in angolo acuto, era priva di circo glaciale originario; la Valle della Thuille ne ha due invece di circhi glaciali originarî, ma questi non sono in capo alla valle, sono invece in capo ai valloni secondarî laterali. Sul versante destro un solo vallone secondario si sviluppa ampiamente più della valle principale; sul sinistro versante molti sono i valloni laterali, che acquistano maggior sviluppo di mano in mano che ci portiamo verso l'alto. Nel suo assieme il bacino idrografico della Dora della Thuille ha una forma triangolare i cui lati sarebbero i seguenti:

Clinale alpino dal Picco di Loydon al Monte Lechaud diretto a nord-ovest per 24 chilometri circa;

Catena secondaria Monte Lechaud-Testa dell'Arp e sua diramazione orientale Testa dell'Arp-Cramont-Pré-St-Didier diretta a nord 75° est, per 14 chilometri circa;

Catena secondaria Picco di Loydon-Paramont e sua diramazione occidentale Paramont-Mont Colmet-Pré-St-Didier per circa 19 chilometri diretta a nord nord ovest. Un perimetro totale di circa 57 chilometri ed un'area approssimativa di 137 chilometri quadrati.

Da questa configurazione speciale della Valle della Thuille risulta una lunghezza di 14 chilometri dallo sbocco all'origine, minore alla larghezza massima della valle misurata dalla Testa del Ruitor al Fortino di 18 chilometri; risulta ancora che questa larghezza, di appena 4 chilometri allo sbocco, dalla Testa d'Harpi al Cramont, va via via facendosi maggiore procedendo verso l'alto, fino alla massima or ora accennata.

Cominciamo dallo studiare la valle principale per venire poi allo studio dei due versanti.

Valle principale. — L'origine della valle corrisponde ad una grande depressione del clinale alpino compresa per 3500 metri tra il Belvedere (metri 2640) e

la vetta di Lancebranlette (metri 2926). A questa depressione sappiamo corrispondere il grande e frequentatissimo valico del Piccolo San Bernardo (metri 2192). Il clinale è appena appena marcato nell' ampia distesa di pascoli, che scendono poi dolcemente convergenti a formare una bellissima conca che inchiude il lago Verney (metri 2081). Questo lago misura presso a poco 270000 metri quadrati. Al disotto del lago la valle si fa più profonda; a destra è fiancheggiata da un erto gradino di rupi su cui riposa un largo pianerottolo morenico. Da questo si sale alla Touriassa, bella cupola calcarea su imbasamento di quarzite; poi abbiamo il versante erto e frantumato di Belvedere e Terre Nere, che separa la valle dal vallone di Nua od Arnouva, tributario del vallone del Ruitor. Sul pianerottolo ampî pascoli e la strada nazionale colle due case cantoniere, la inferiore detta dell'Eau Rouge a 2015 metri di elevazione. Un agevole valico dalla cantoniera più elevata mette nel vallone di Arnouva. La denominazione di Eau Rouge proviene da un rigagnolo che scende a nord della Touriassa, e che lascia un forte deposito tufaceo colorato in rosso da idrossido di ferro. Sulla sinistra il versante è dolcissimo, tutto pascoli ed abbiamo lo sbocco del vallone di Broglia coi chalets di Barmetta, Verney, Laissepré.

La valle profonda seguita in direzione nord nord-est fino all' incontro dello sbocco del vallone di Chavannes. A sinistra grandi piani inclinati erbosi; a destra un rialzo accentuato, cadente ripido al *thalweg,* coronato da depositi tufacei e da morenico, è la Testa del Chargeur. A destra di questo rilievo un piccolo valloncino lo separa dal resto del versante destro; per questo valloncino foggiato a conca torbosa scende il torrentello dell'Eau Rouge. A destra ancora il fianco roccioso e frantumato di Terre Nere dominante da non grande elevazione i pascoli di Tour e Combaynon.

Dallo sbocco del vallone di Chavannes la valle corre sempre profondamente incassata tra i piani inclinati a sinistra coperti di pascoli e numerosi *chalets* e le roccie ripide della Testa del Chargeur a destra, e si dirige all'est fino a Pont Serrand (metri 1620) ove riceve il torrentello dell'Eau Rouge. La china di Chargeur sopra Pont Serrand si cuopre di pascoli e *chalets* con un piccolo lago. Da sinistra la Dora della Thuille ricevette nel tragitto lo sbocco di un terzo vallone, quello d'Orgève.

La distanza dal Colle del Piccolo San Bernardo a Pont Serrand è di 5700 metri con un dislivello a 572 metri, una pendenza media del 10 per $^0/_0$. Il torrente passa sotto Pont Serrand in un burrone di 50 metri di profondità; le terrazze laterali sono tutte prati e campi; il versante sinistro è un piano inclinato con molti casolari di pascoli; il destro è coperto da una bella foresta e in alto dai pascoli della Suche.

Da Pont Serrand al villaggio della Thuille, all'incontro del torrente del Ruitor, la Dora della Thuille percorre 1500 metri verso nord est con un dislivello di 157 metri, essendo la parrocchia della Thuille a metri 1433 sul mare; una pendenza media di circa 10 per $^0/_0$. La valle qui si amplia in uno stupendo bacino di circa 3 chilometri quadrati. Portandoci al confluente della Dora della Thuille col torrente del Ruitor, a sud ovest si apre salendo la valle principale per morene a grandi praterie limitate a sinistra dalla foresta della Goletta col villaggio della Goletta (metri 1480) e coi numerosi meandri della strada nazionale; sul fondo la Testa del Chargeur chiude il quadro; a nord ovest il ripido piano inclinato di calceschisto, che sale quasi brullo di vegetazione alla Belleface, tra i valloni d'Orgève e di Youla; a nord l'aspro ciglione di rupe che

domina la gola di Pont Taillaud; a nord nord est la comba tutta prati e campi che pei villaggi di Touvet e Granges sale ai trincieramenti del Principe Tommaso. fiancheggiata ad oriente dalla foresta del Buic, coi giacimenti antracitiferi, ed in alto delle nude e ripide roccie di Monte Colmet; a sud sud est il vallone del Ruitor, il cui ghiacciaio risplende nel fondo interrotto dalle rupi delle Vedettes, incorniciato tra il nudo versante di Monte Colmet e le foreste di Suche e d'Arnouva, posando su un largo gradino di roccie levigate cui sottostanno i boschi della Joux. È uno dei più vasti e mirabili bacini alpini.

Al disotto della Thuille la valle s'incanala in una strettissima forra, detta di Pont Taillaud, con una luce di appena un centinaio di metri; a destra rupi a picco, a sinistra ripidi lastroni di calceschisto, che salgono a magri pascoli da capre. Poi si amplia alquanto in un bacino a versante ertissimo ed imboscato ad oriente, e più dolce ed a pascoli e foreste ad ovest; è il bacino della Balme (metri 1324), allo sbocco del vallone di Youla. La distanza dalla Thuille alla Balme è di 2 chilometri in direzione nord 15° est; il dislivello di 109 metri, quindi la media pendenza del torrente è un po' superiore al 5 per $^{0}/_{0}$.

Più in basso la valle non cambia andamento, si mantiene stretta, a versante ripidissimo ed imboschito a destra, ed a piani inclinati erbosi a sinistra. Riceve da sinistra il vallone di Plan Pra a valle dei casolari di Eléva. A circa tre chilometri più in basso della Balme la Dora delle Thuille si serra in un'orrida spaccatura delle roccie e sbocca nel largo cono di deiezione di Pré-S^{t}-Didier, donde raggiunge la Dora Baltea. A destra roccie a picco, con gradinate coperte di nera foresta, a sinistra sempre piani inclinati erbosi. La strada si trova elevata di un centinaio di metri sul torrente sul fianco sinistro, taglia con un tunnel il ciglione di erto gradino di roccia dominante Pré-S^{t}-Didier (metri 1024), che raggiunge per morene, detriti, con numerosi meandri. Il punto di confluenza della Dora della Thuille alla Baltea è a 984 metri sul mare; dal Colle del Piccolo San Bernardo (2192 metri) il dislivello è quindi di 1208 metri, ciò che su 14 chilometri di percorso darebbe una media pendenza dell' 8,025 per $^{0}/_{0}$.

Versante sinistro della Valle della Thuille. — Il versante sinistro della valle è formato da strati rialzantisi a nord ovest; è scavato da valloni paralleli fra loro, diretti generalmente a sud est, separati, indipendenti l'uno dall'altro e normali all'andamento generale della valle principale. La lunghezza dei valloni va aumentando gradatamente da nord est dirigendosi a sud-ovest, rimontando la valle; tutti, meno uno, raggiungono il clinale spartiacque secondario tra la Val Veni Allée Blanche e la Valle della Thuille. Essi sono i valloni di Plan Pra, di Youla, d' Orgève, di Chavannes e di Broglia.

Il vallone di Plan Pra si origina tra il Crammont e la Testa dei Vieux al Colle di Cramont, dal quale si scende nel vallone d'Arp; è inciso quindi nella diramazione orientale del clinale divisorio tra Val Veni e Valle della Thuille. Dapprima è un piano inclinato ripidissimo di zolla erbosa, di detriti di calceschisto, poi si amplia in un bacino, per discendere rapidamente in basso per chine detritiche alla valle principale; i fianchi sono ripidi a grandi canaloni diretti parallelamente agli strati, cioè rialzantisi al nord ovest. La totale lunghezza del vallone è di 3250

metri, la sua pendenza media del 41 per $^0/_0$. Vi si notano i pascoli di Plan Pra, Miel, Chamossien, ed altri. La costiera del Cramont sale gradatamente per zolle erbose fino alla vetta a dividere il vallone di Plan Pra dal valloncino di Vey, e da quello dell'Arp; la costiera della Testa dei Jeunes o delle Clochettes è più selvaggia e tutta dentellata per le testate degli strati rialzati a nord ovest.

Il vallone di Youla si origina dal clinale secondario Monte Lechaud-Testa dell'Arp, tra la Testa dell'Arp e le Fourches di Youla o Terre Nere, così chiamate per un banco di schisti neri che dal Colle dell'Arp giungono all'ultima vetta nominata per passare in Val Veni. Tra le Fourches di Youla e il Monte Favre un piccolo vallone con microscopico ghiacciaio scende e versa nel vallone di Youla; questo ghiacciaio chiamasi della Platte e sovraincombe al Lago della Platte. L'alto del vallone si foggia a bacino dominato dalle roccie aspre della Testa dei Vieux e del Monte Favre; poi scendesi per un canale, sufficientemente ripido, ai pascoli inferiori su una terrazza morenica ai chalets del Péson, donde per la ripida discesa a pascoli, roccie nude ed aree boschive, per la Montagnole, si giunge alla Balme allo sbocco del vallone. Selvaggia è la costiera che dalla Testa dell'Arp per il Colle dell'Arp (che scende nel vallone dell'Arp), per la Testa dei Vieux, la Testa dei Jeunes o delle Clochettes limita a nord est il vallone. Anche più scoscesa è quella che si stacca dal clinale a sud del Colle delle Fourches di Youla (che mette in Val Veni), si foggia a colle, il Colle del Berio Blanc (che mette sui pascoli di Berio Blanc nel vallone di Chavannes), si rialza alla bella punta di Berio Blanc o Monte Favre, giunge alla Punta di Belleface, scende alla montagna della Grande Herbe, alla Montagnole ed alla Dora della Thuille sul bacino della Thuille. La totale lunghezza del vallone, ricchissimo di pascoli, è di 5300 metri, con una media pendenza del 27 per $^0/_0$. La direzione di discesa è a sud est.

Il vallone di Orgève, che viene in seguito non si origina dal clinale: il contrafforte del Monte Favre da questo si divide in due diramazioni; l'una a sud scende per la Punta di Belleface al bacino della Thuille; l' altra a sud per Costa Laugeron e Montagna di Combe Varin raggiunge il *thalweg* quasi presso lo sbocco del vallone di Chavannes. Tra le due diramazioni abbiamo lo stesso vallone di Orgève, con pochi pascoli elevati e numerosi pascoli e *chalets* in basso sulla piattaforma morenica prima di scendere alla valle principale. Questa piattaforma morenica fa seguito con quella del bacino della Thuille e penetra nel vallone di Chavannes. La lunghezza di questo vallone d'Orgève è di 3880 metri con una pendenza del 43,6 per $^0/_0$; discende a sud sud est.

Il vallone di Chavannes si origina dal Monte Lechaud, dal ghiacciaio di Chavannes, che ne occupa la terminazione in alto ad angolo acuto. Discende ad est per 4 chilometri, fiancheggiato a nord ovest dal clinale divisorio con l'Allée Blanche fino alla Testa del Fortino. Questo clinale ed il versante che sale ad esso sono ricoperti da pascoli bellissimi pei quali passano le vie ai Colle di Chavannes, Colle del Baraccon o del Fortino; vi stanno i *chalets* di Chavannes d'en haut, e quelli del Berio Blanc o di Chavannes du milieu. A sud est un cordone di roccie scende a limitare il vallone del Monte Lechaud, non molto accentuato fino al Colle delle Scale di Chavannes (scalinate di testate di strati), che mette nel vallone di Broglia;

il versante sud est è molto più ripido e selvaggio. Dai *chalets* di Chavannes du milieu il vallone piega a sud est, poi a sud sud est fino allo sbocco; riceve da sinistra il piccolo torrentello del Berio Blanc; è limitato a nord e a nord nord est dal versante erboso della Testa del Fortino e dall'aspro e scosceso pendìo che conduce al sommo del Berio Blanc o Monte Favre ed alla costiera di Combe Varin. A destra, cioè a sud ovest, il versante è estremamente ripido, e formato dai gran banchi che salgono al clinale divisorio col vallone di Broglia, al piccolo ghiacciaio della Punta del Fornet, al Monte Freduaz, al Monte Ciavanella. Il versante destro è sempre a grandi pascoli; la pendenza è dolce in tutto il vallone, non avendo alcun salto di roccia nel suo tragitto; è un pascolo solo, per così dire, dal suo sbocco al ghiacciaio sul versante sinistro. La lunghezza totale del vallone dalla vetta del Monte Lechaud al suo sbocco sotto ai *chalets* di Lorassey è di 8800 metri con una media pendenza del 15 per %.

Più selvaggio e più profondamente incassato e più accidentato è il vallone di Broglia. Esso prende origine dal Monte Lechaud, scende a sud est per circa 8 chilometri, sboccando nella valle principale a 500 metri a valle del lago Verney. In alto un bacino di radi e meschini pascoli, ingombro di detriti scesi dalle pareti di Monte Fornet a nord nord est, e dalle morene del gran ghiacciaio di Broglia che riveste tutto il versante occidentale dal Monte Lechaud fin quasi all'Eremita sul clinale alpino. Da questo bacino si scende pel Colle delle Scale di Chavannes nel vallone di Chavannes, e pei colli di Broglia e Veys nel vallone di Versoney in Savoia. Al basso del bacino superiore il torrente si precipita in una stupenda cascata per un alto gradino di roccie, al disotto del quale il vallone corre stretto ed incanalato fino al suo sbocco. A sinistra ripidissime chine di detriti conducono alle roccie scoscese della costiera Monte Fornet-Freduaz-Monte Ciavanella. A destra stupendi muri di roccia salgono alla Torvera di Broglia ed alla Testa Rossa. Questi non sono che il margine di altipiano laterale di roccie levigate, su cui vengono a deporsi le morene dei ghiacciai di Arrierey e di Lavage. Al disopra di questi ghiacciai gli scoscesissimi pendii dell'Eremita e più in basso della Lancebranlette. La media pendenza di questo vallone è del 10 per % appena.

Ricapitoliamo; il versante sinistro della Valle della Thuille è inciso da valloni, che da valle e monte acquistano lunghezza diminuendo di pendìo, rivolti generalmente a sud est, come risulta dal seguente specchietto:

Vallone	Direzione	Lunghezza	Pendenza
Plan Pra	est 30° sud	metri 3250	41 per %
Youla	est 45° sud	5500	27 »
Orgève (che non giunge al clinale)	est 60° sud	3800	43,6 »
Chavannes	est 60° sud	8800	15 »
Broglia	est 45° sud	8000	10 »

Versante destro della Valle della Thuille. — Il modo di comportarsi del versante destro è ben diverso. Una locale inflessione con spezzatura e spostamento degli strati, normale alla loro generale direzione, ha formato un unico e grande vallone maestro di anticlinale spezzato e di erosione nel tempo istesso, diretto nord ovest-sud est. È il gran vallone del Ruitor. Esso unico si mantiene per 4 chilometri fin oltre la

Maison de Joux a partire dalla confluenza del suo torrente colla Dora della Thuille. In questo tratto la sua pendenza è piccola, giacchè il dislivello arriva appena a 350 metri, essa è dell' 8,5 per %.

Il versante destro è di roccie nude e grandi frane rovinate dalla costiera di Monte Colmet, ed inciso da ripidissimi burroni. A sinistra invece il pendìo non è tanto erto, e tutto rivestito da bellissima foresta fino ai pascoli amplissimi di Suche, Azeillan, Arnouva. Nel *thalweg* depositi alluvionali, qui sotto forma di sterile ghiado, là rivestiti di bellissima vegetazione erbacea, come alla Joux, interrotta da gruppi di conifere. Qui si può dire che il vallone maestro cessa e si divide in numerosi convalli irradianti a ventaglio con una grandissima analogia colle foglie flabelliformi della *Chamoerops humilis.* Questo semicerchio di valloni irradianti forma un immenso bacino glaciale le cui acque tutte si uniscono in un solo corpo nel torrente del Ruitor. I valloni assili o mediani sono normali alla direzione degli strati; lateralmente a questi ve ne sono di quelli obliqui, che passano poi gradatamente a quelli estremi paralleli e di vera interstratificazione, vere combe. Ben inteso passiamo sotto silenzio gl' insignificanti burroni, che, solcata la costiera di Terre Nere a sinistra e di Monte Colmet a destra, pel tratto in cui il vallone del Ruitor si mantiene indiviso. Esaminiamo separatamente queste diverse diramazioni cominciando dall'estrema di destra.

1. Vallone della Miniera. Scende dalla costiera nuda e brulla di Monte Colmet in direzione sud 70° ovest: forma un bacino tutto *clappeys* e poi si dirige erto verso la Joux in direzione sud 10° ovest. Misura appena 3 chilometri di sviluppo. È un vallone di comba, parallelo alla direzione degli strati, o quasi.

2. Vallone Combasse. Scende dalla costiera nuda e rocciosa di Monte Colmet in direzione sud 35° ovest per 3 chilometri, è ripidissimo, si allarga a mezza discesa in un bacino di magri pascoli dominati da formidabili rovine. È quasi parallelo alla direzione degli strati; sbocca ad un chilometro e mezzo sopra la Joux su roccie levigate coperte di foresta.

3. Vallone des Ussellettes. Scende dal Paramont in direzione ovest 45° nord per un tratto di tre chilometri e mezzo; è profondamente incassato, normale alla direzione degli strati, fiancheggiato a nord est dall'ampia giogaia del Paramont e a sud ovest da un basso cordone di roccie levigate, che lo divide dalla conca del Ruitor; è occupato in alto dal ghiacciaio des Ussellettes. In corrispondenza del Passaggio d'en haut, che lo fa comunicare col vallone d'Interrey, si piega bruscamente per altri 2 chilometri a sud 40° ovest, scorre in un cunicolo tra roccie levigate cosparse di laghetti; entra nel bacino del lago di S.ta Margherita (metri 2440), ove s'incontra colle masse rovesciate del gran ghiacciaio del Ruitor. Poscia contorna un promontorio di roccie levigate, nel quale è scavato un piccolo bacino con un lago e pochi pascoli del *chalet* del Glacier; il vallone si dirige poi tra il gran dosso limato al basso del ghiacciaio del Ruitor e la costiera anch'essa limata che la divide dalla Combasse per un chilometro a nord ovest ritornando normale alla direzione degli strati. Riceve il torrente Combasse, poi si precipita per 500 metri di cascata fra rupi e foreste nel *thalweg* del vallone. Il suo torrente è alimentato anche dal ghiacciaio del Ruitor ed in altri tempi, quando questo era più sviluppato, una parte della sua massa terminale si rovesciava nel vallone d' Ussellettes. Questo vallone

così sinuoso, ora normale, ora parallelo, ora obliquo all'andamento degli strati ha uno sviluppo di circa 6 chilometri e mezzo con una pendenza media del 25 per % circa. Il ghiacciaio des Ussellettes può misurare circa 1 chilometro e mezzo quadrato di superficie. La grande estesa di roccie levigate prova che una volta questo vallone des Ussellettes era tutto occupato dal ghiacciaio del Ruitor, scomparendo sotto di esso il contrafforte che ora lo divide dalla conca di questo ultimo ghiacciaio. Il ghiacciaio des Ussellettes sarebbe un residuo di quel mantello di ghiaccio scomparso. Il lago di S.ta Margherita è ora ridotto a ben poca cosa, giacchè col ritirarsi del ghiacciaio del Ruitor è tolto lo sbarramento che in tempi storici aveva alzato il livello del lago a 17 metri sopra l'attuale; ora se calcoliamo la sua superficie di 150000 metri quadrati, troviamo che nei grandi trabocchi e repentini per sbrecciatura nella diga di ghiaccio avvenuti a varie epoche, era una massa di circa 3 milioni di metri cubi d'acqua che precipitava in basso a seminare la Valle della Thuille di rovine spaventevoli.

4. 5. 6. Tre depressioni, due molto oblique laterali ed una normale mediana alla direzione degli strati formano col loro assieme l'attuale conca interamente riempita di ghiaccio del ghiacciaio del Ruitor. La prima più a nord è breve e corrisponde al Colle di Planaval e si unisce a due chilometri dal colle colla mediana. Questa si appoggia da un lato al cordone roccioso che la divide dal vallone des Ussellettes e dall'altro ad una costiera di roccia mascherata dal ghiacciaio, salvo che nel tragitto ove s' innalzano le due Vedette del Ruitor, curiosi rilievi acuminati di roccie, che separano in due correnti la gran massa di ghiaccio. In alto questa depressione termina al clinale divisorio con Val Grisanche compresa tra il picco n. 4 di Ball, il Colle del Ruitor, il picco n. 5 di Ball, la Testa del Ruitor e il Picco di Loydon. La terza convalle si appoggia in alto al clinale alpino tra il Picco di Loydon e il Grand Assaly, lateralmente ad ovest alla costiera del Grand e del Petit Assaly, ad est alla costiera delle Vedette. L' assieme di queste due correnti, colla più breve superiore settentrionale ha un'area approssimativa di 10 a 12 chilometri quadrati. Le due maggiori correnti si uniscono ancora, ma meno che nel passato, a valle delle Vedette. La pendenza media è del 24 per %; però la corrente di ghiaccio a sinistra, la più meridionale, scende più erta che non la vicina a destra. Le acque di fusione del ghiacciaio si sparpagliano sul gradino di roccie levigate al basso di esso; in parte vanno nel torrente delle Ussellettes, in parte formano un torrente voluminoso che per cascate e rapide, rovina al basso, forma, per così dire, la corrente principale del vallone del Ruitor. La lunghezza totale del vallone medesimo è di 6 a 7 chilometri con una media pendenza per tutto il percorso del 26 per %. Da questa parte mediana del gran circo del Ruitor, i valloni vanno via obliquando alla direzione degli strati fino a diventar paralleli, nel senso inverso però a quello dei già esaminati sulla destra. Le tre depressioni occupate dal ghiacciaio del Ruitor si dirigono a nord 30° ovest.

7. Valloncino d'Assaly. Dai due ghiacciai aerei del Grand e Petit Assaly scende a nord per 2 chilometri un selvaggio burrone obliquo all'andamento degli strati e che sbocca nel torrente di Bellecombe.

8. Vallone di Bellecombe. È diretto a nord 50° est nella direzione degli

strati. Misura 4 chilometri e mezzo di lunghezza e sbocca nel torrente del ghiacciaio del Ruitor. È compreso tra la costiera dell'Assaly, il clinale alpino dalla Punta di Charve alla Punta Rossa ed il contrafforte del Monte Freduaz con una piccola costiera che da questo si stacca a dividere la Bellecombe dalla Combe della Thuillette. Due piccoli laghi ed un bel ghiacciaio di forse 3 chilometri quadrati occupano il circo originario di questo bellissimo vallone di comba. La sua media pendenza è del 16 per %.

9. Comba della Thuillette. Stretto cunicolo con pochi pascoli e rada foresta compreso tra la costiera di Freduaz ed il basso cordone che lo divide dalla Bellecombe; misura circa 1 chilometro e mezzo di lunghezza; e diretto a nord 45° est; quindi quasi parallelamente allo andamento degli strati.

10. Vallone d'Arnouva. Unico in basso risulta in alto dalla unione del valloncino di Belvedere diretto ad est 5° sud, molto obliquo alla direzione stratigrafica, del valloncino delle Ponteilles che scende a nord 50° est della Punta del Valaisan ed è occupato in alto da un microscopico ghiacciaio e del valloncino del Grand Glacier tra la Punta Rossa e la Punta del Valaisan. L'assieme di questi tre valloni si appoggia al clinale alpino dal Belvedere alla Punta Rossa; i tre valloncini originarî si concentrano convergenti, e il torrente, che ne risulta, scende a nord 45° est alla Joux. Un piccolo ghiacciaio occupa il passo del Grand Glacier tra la Punta Rossa e il Freduaz. Amplissimi pascoli occupano le chine del vallone di Arnouva, stretto tra la costiera di Monte Thuillette scendente dal Freduaz, e gli estesi dossi erbosi che salgono al Belvedere ed alla costiera di Terre Nere divisoria dalla valle principale. La totale lunghezza dallo sbocco alla Pointe du Valaisan è di 5 chilometri e mezzo con una pendenza del 22 per %.

11. Il breve e piccolissimo vallone di Ceretta è diretto a nord 50° est, quindi ancora di comba sboccante anche alla Joux; lungo circa 1800 metri.

Questa regione alpina è così interessante che meriterebbe uno studio ed una descrizione con maggior sviluppo di dettagli; ma ciò stuonerebbe coll'indole di questo lavoro; d'altronde dovremo discorrerne nella esposizione stratigrafica. Intanto riassumendo, il versante destro della valle è formato da un solo grande vallone, al cui estremo, nel tragitto di un chilometro al più vengono a convergere da tutte le orientazioni di un semicerchio col diametro diretto sud ovest-nord-est undici valloni tra grandi e piccoli formanti nel loro assieme uno dei più vasti circhi glaciali.

Petrografia. — Compiuto lo esame topografico della Valle della Thuille, veniamo allo studio delle forme petrografiche rappresentate nelle sue montagne.

La Valle delle Thuille corrisponde ad un grande sinclinale delle roccie cristalline recenti, nel quale si adatta superiormente altro sinclinale di roccie antracitifere e di tanto in tanto si osservano lembi perduti di roccie più recenti di queste ultime; roccie secondarie. Per conseguenza noi possiamo dividere, secondo il sistema fin qui adottato, il nostro studio in tre parti, aggiungendone una quarta per i materiali di decomposizione chimico-fisico-meccanica.

Roccie cristalline. — Le roccie cristalline, *zona delle pietre verdi,* compaiono in piccola scala nell'alto della conca del ghiacciaio del Ruitor, rialzate a sud est verso l'ellissoide del Gran Paradiso: ma sono poi ampiamente sviluppate nella parte nord

ovest della valle, ove formano tutto il versante sinistro. Queste roccie cristalline sono gneiss, micaschisti, quarziti, calceschisti, calcari cristallini, roccie magnesiache: le distinzioni petrografiche sono più facili ad afferrarsi in questa valle che non in quelle finora studiate.

Il gneiss è visibile e con caratteri ben distinti ai diversi picchi del Ruitor, alle Vedette, all'Assaly, al Picco di Loydon, con scarse intercalazioni serpentinose e amfiboliche; ivi è la roccia dominante. Sul sinistro versante è poco sviluppato, lo troviamo solo oltre la Torvera di Broglia, nell'alto del vallone di Broglia, al Monte Freduaz; in tutto questo versante predomina il calceschisto coi calcari cristallini.

Il gneiss presenta in Val della Thuille le seguenti varietà:

Gneiss a struttura grossolana, a pasta e noduli di quarzo e feldispato granulari, cristallini bianchi, e pagliette brillantissime di mica grigio-chiara, irregolarmente dispersa nella massa; la roccia non si può dividere in lastre; le Vedette (n. 206);

Gneiss a struttura quasi granitoide; noduli di media grossezza, da 1 millimetro a 10, di quarzo e feldispato bianchi, granulari, cristallini, rivestiti irregolarmente di scagliette di mica grigio-chiara; roccia non divisibile in lastre; Monte Freduaz (n. 253);

Gneiss granitoide a noduli e granuli di quarzo vitreo bianco-sporco, con noduli di feldispato granulare bianco-giallastro, grana piuttosto grossa; scarsa la mica grigio-verdiccia decomposta, irregolarmente disseminata; pagliettine e fibrille talcose, cloritiche ed amfiboliche; roccia massiccia; ghiacciaio di Broglia (n. 252);

Gneiss a struttura quasi granitoide, a grana fina, quarzo e feldispato formanti la pasta granulari, cristallini, grigi con laminette micacee grigie irregolarmente disseminate nella massa, abbondanti; roccia non divisibile in lastre; Grand Assaly (n. 224);

Pasta feldispatico-quarzosa dipendente dai gneiss, finamente granulare cristallina, grigia, compatta, con laminette di mica fucsite o di onkosina; ghiacciaio del Ruitor (n. 223);

Gneiss in lamine di millimetri 8 a 10 in grossezza, a straterelli di quarzo e feldispato grigi, granulari, cristallini, rivestiti da lamine piuttosto larghe di mica grigio-chiara; Grand Assaly (n. 230);

Gneiss laminare, abbondantemente micaceo; fa passaggio ai micaschisti; quarzo e feldispato granulari, cristallini, grigi e grandi rivestimenti di mica giallastra per decomposizione; Grand Assaly (n. 229);

Gneiss laminare come il precedente, ma meno ricco di mica e questa meno decomposta; fa anche passaggio ai micaschisti; Grand Assaly (n. 231).

I veri micaschisti non sono rappresentati in grande scala. Citiamo la striscia di micaschisti che dal Piccolo San Bernardo si adagia sui calceschisti sottostanti fino a Pont Serrand, visibile in lembi alla salita della Testa del Chargeur ed alla seconda cantoniera all'Ospizio. Questi micaschisti si decompongono in sito dando una specie di terriccio scuro, molto appropriato allo sviluppo della vegetazione erbacea; sono di tinta scura ed hanno una qualche analogia d'aspetto cogli schisti veri dell'antracitifero. Essi si ripetono al ghiacciaio di Lavage ed all'Eremita, alla Costa Laugeron, tra il vallone di Chavannes e quello d'Orgève; infine sotto forma di schisti scuri facilmente disaggregabili compaiono nell'alto del vallone di Youla, al Colle dell'Arp, alle Fourches di Youla, ed al Colle delle Fourches di Youla, indi il nome di Terre Nere. I due colli mentovati sono precisamente scavati in queste Terre Nere.

Abbiamo le seguenti varietà:

Micaschisto privo di quarzo, in lastre sottili, fogliacee, grigio-scure, a finissime laminette di mica, con cristallini di pirite; Fourches di Youla (n. 235);

Micaschisto lamellare con poco quarzo granulare grigio scuro e mica in fine laminette grigio-scure; Colle del Piccolo San Bernardo (n. 259);

Micaschisto grigio scuro, più ricco di quarzo, laminare, a struttura più grossolana dei precedenti; l'Eremita (n. 207), Lancebranlette (n. 209). Lo stesso con cristallini di pirite ed in grandi lastre utilizzato per pavimentazione e lavori diversi; Piccolo San Bernardo (n. 256), ghiacciaio di Lavage (n. 208);

Micaschisto a fina tessitura e mica grigio-giallognola-chiara con reticolature di quarzo grasso; Piccolo San Bernardo (n. 254).

Trovansi talora in mezzo ai micaschisti neri fogliacei dei noduli di quarzo grasso impastato con dolomite ferrifera spatica giallo-chiara, come sopra al lago Verney per entrare nel vallone di Broglia (n. 205).

Le quarziti sono rappresentate alla Torvera di Broglia, intendiamo quarziti cristalline della *zona delle pietre verdi*, con due striscie che tagliano gl'imbocchi dei valloni di Chavannes, di Orgève e di Youla, ed alla gola di Pont Taillaud. La Torvera di Broglia è formata di una quarzite bianca grossolana con cristalli feldispatici (n. 206). Negli altri siti la quarzite è compatta, ed a struttura finamente granulare cristallina, a frattura scagliosa e concoide, color grigio scuro fulvo, in istrati piuttosto potenti, si divide in massi poliedrici, e può essere adoperata per materiale da costruzione (n. 258).

La roccia dominante nel versante sinistro e nello sperone roccioso che forma il versante destro della Thuille in basso è il calceschisto tipico, cioè una roccia divisibile in lastre più o meno grosse, a struttura granulare nello interno; la pasta granulare è di quarzo e calcare cristallino, con rivestimenti di mica grigio-chiara o grigio-rossastra. L'abbondanza relativa di mica o di calcare cristallino dà molti termini di passaggio dal vero calceschisto al calcare cristallino micaceo. Tutto il versante sinistro non è che una continua alternanza di calceschisti veri e di calcari cristallini micacei. I banchi sono tutti regolarissimamente rialzati contro il Monte Bianco. Sono calceschisti quelle delle Granges, nel bacino della Thuille (n. 221, 218), della Testa dei Vieux nel vallone di Plan Pra (n. 234), nel vallone di Youla (n. 233), nel vallone di Chavannes (n. 239).

Poi passiamo gradatamente a calcari cristallini micaciferi grigi come nel vallone di Chavannes (n. 243), più lamellari nel vallone di Chavannes (n. 232), al Monte Favre (n. 236), ad Entre les Eaux nel vallone di Broglia (n. 202, 203), alle Granges nel bacino della Thuille (n. 219).

Il calcare cristallino puro, grigio-chiaro, lo troviamo al Piccolo San Bernardo (n. 257), alle Granges nel bacino della Thuille, alla Testa del Chargeur, ed in moltissime altre località coi calcari cristallini micacei e coi calceschisti. A luoghi si trovano impasti di calceschisti, calcare cristallino ad apparenza brecciforme, che crediamo di recente formazione, o almeno di formazione posteriore ai sollevamenti di quella massa di roccie calcareo-micacee, così alle Chavannes d'en bas (n. 241).

Le roccie magnesiache sono poco sviluppate nella zona cristallina del ghiacciaio

del Ruitor, ma si mostrano invece ben rappresentate nel vallone di Broglia ed in qualche raro lembo amfibolico. Salendo dal Piccolo San Bernardo alla piattaforma, che dalla Torvera di Broglia mette all'alto del vallone di Broglia, sempre sul versante destro o sud ovest di esso, s'incontrano interstratificati ai micaschisti ed appoggiantisi alle quarziti della Torvera di Broglia un banco di serpentina ed uno di roccia amfibolica. La serpentina è scagliosa, verde-scura, compatta nell'interno delle scaglie, rivestite queste di serpentina fibrosa, lucente, verde-scura o verde-chiara o verde-pomo; rilegature d'amianto bianco sericeo compaiono qua e là (n. 199). Un bel giacimento di steatite verde-chiara e rosso-giallastra (n. 204) è in rapporto colla serpentina contenente bellissimi cristalli di pirite e di ferro magnetico, quest'ultimo in ottaedri geminati.

La roccia amfibolica è rappresentata da una pasta feldispatica granosa grigia o grigio-rossastra, nella quale sono dispersi regolarmente dei nuclei irregolarmente sferoidali di amfibolo verde-grigio, scuro (n. 200, 238).

Oltre la Torvera di Broglia compare un altro banco della stessa roccia amfibolica. Lo sperone che separa il ghiacciaio di Broglia da quello di Arrierey è formato di nuova serpentina amiantifera e della stessa roccia amfibolica con un gneiss amfibolifero, nel quale l'amfibolo è in fibrille incrociantisi e formanti una specie di reticolatura verde-scura sul fondo bianco della roccia (n. 247). La serpentina della Torvera di Broglia si trasforma in alcuni punti in pietra ollare; che il nome di *Laveggi,* che si dà in alcuni punti d'Italia alla pietra ollare lavorabile al tornio sia in un certo rapporto col nome di Lavage, che si dà al ghiacciaio sovrastante a questo deposito di pietra ollare, eminentemente talcosa del vallone di Broglia?

I materiali utilizzabili che si riscontrano nelle roccie cristalline della Valle della Thuille sono:

Amianto, talco e pietra ollare molto talcosa, che si potrebbe utilmente escavare nella località Torvera di Broglia;

Ferro oligisto, ferro magnetico, pirite di ferro, nella istessa località. Sotto alla Torvera di Broglia nel vallone esistono antichi lavori di miniera attribuiti ai romani, fatti probabilmente per escavare qualche nucleo importante di pirite forse aurifera. La pirite abbonda in tutte quelle roccie;

Stibina arsenicale si rivelà al Monte Ciavanella verso Chavannes e furono intrapresi lavori per l'estrazione;

Calcopirite in non grande affioramento fu pure escavata a Bioletta nel vallone di Broglia;

Il piombo solforato argentifero si trovò ed escavò dai calceschisti del versante sud, verso Chavannes, del Monte Favre, come pure fu escavato per molto tempo all'imbocco della valle nei calceschisti del versante destro, là ove si trova la stretta forra, donde la Dora della Thuille sbocca nella Dora Baltea. Tutti questi lavori sono ora abbandonati;

Il calceschisto, la quarzite compatta, il calcare cristallino danno buoni materiali da costruzione; ed il calcare cristallino è escavato in grande alla Thuille, a Pont Serrand, al Piccolo San Bernardo, per ottenerne calce.

Notiamo ancora che alla Torvera di Broglia localmente l'amfibolite diventa

granatifera (n. 242) ed è in questa amfibolite granatifera che si trovano segni di presenza di minerale di rame, analogamente a ciò che succede in altra parte di Val d'Aosta; il granato è per così dire il compagno dei minerali cupriferi (Vedi: *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso,* pag. 301).

Roccie antracitifere. — La zona delle roccie antracitifere occupa gran parte del bacino del Ruitor, che taglia normalmente provenendo dalla Tarantasia, e seguitando poi a nord ovest nel vallone d'Interrey, e superiore parte del vallone d'Harpi. Le forme petrografiche in essa rappresentate sono quelle istesse cui già accennammo pei due valloni ora nominati, cioè grès, schisti alluminosi-talcosi-micacei, e puddinga. E pare sia anche questo in complesso il *facies* petrografico del carbonifero, dell'antracifero nella Savoia e nella Svizzera; come lo è puranche per altri luoghi delle Alpi Piemontesi.

Il piano inferiore è formato da grès con schisti e lenti antracitiche, il mediano da grès, il superiore da puddinga.

Abbiamo nel grès le seguenti varietà:

Grès grigio, quarzo granulare grigiastro azzurrognolo con pagliette di mica grigio-chiara in straterelli paralleli; La Joux (n. 225);

Grès come il precedente, avente solo una struttura più grossolana; Colle della Croce (n. 220), Piccolo San Bernardo (n. 250);

Grès grigio giallognolo a grana più fina laminare pieghettata; Belvedere (n. 196);

Grès a grana fina molto laminare; La Joux (n. 227);

Grès a struttura molto fina, mica grigio-giallastra, finissima, passaggio ai grès che accompagnano gli schisti; Foresta del Buic (n. 216);

Grès poverissimo di quarzo, passaggio agli schisti; *chalet* del Glacier (n. 228).

Gli schisti neri che accompagnano l'antracite, e che in alcuni luoghi presentano importanti vegetali, sono o estremamente fissili, a fogli paralleli regolari nero o grigio-scuri, lucenti, iridescenti talvolta, tagliati obliquamente o normalmente ai fogli da crepe in cui si annida dell'idrossido di ferro; contengono sempre una sostanza carboniosa o grafitosa che macchia le dita (n. 265). Talora gli schisti presentano sparse laminette indipendenti di mica (n. 214, 261). Altra volta presentano struttura scagliosa o pieghettata (n. 240). Ricchi talora di antracite passano alle lenti di vero carbone (n. 194, 195, 251, 255). Infine possono essere a struttura molto grossolana e poco lucente; passaggio ai grès (n. 215).

Si trova talora uno schisto giallo-fulvo-chiaro, come al Belvedere (n. 193); questo schisto si trova molto più frequente al passaggio colla puddinga.

La puddinga nella sua forma tipica è una congerie di noduli quarzoso bianco giallastri, granulari, cementati da straterelli ondulati di grès antracitifero, ovvero di schisto giallognolo, ma più frequente nel primo caso (n. 222). Talora la puddinga è ad elementi più schiacciati e quasi laminati (n. 217). Nella Valle della Thuille la puddinga si sviluppa specialmente nei valloni di Thuillette e di Bellecombe da un lato, e delle Ussellettes dall'altro del torrente del Ruitor. La cristallinità degli elementi nodulari è meno marcata che non nel vallone d'Interrey ed accenna a passare alla puddinga che mantiene il suo aspetto originario e che si sviluppa ampiamente in Tarantasia. Nel vallone delle Ussellettes si trova pure una anagenite, granuli

quarzosi rosei o scuri, poliedrici, irregolari, cementati da grès antracitifero; a prima giunta la si prenderebbe per un granito, come in alcuni punti la puddinga simula un gneiss. Analoghe roccie incontrammo nel bacino antracitifero del Mélézet sopra a Bardonecchia in Val di Susa. La zona antracitifera è ricca di allineamenti di lenti di antracite; le quali stanno a preferenza là ove gli schisti neri si frammischiano al grès, nello inferiore piano della formazione, anzi talora riesce malagevole sceverare lo schisto dal carbone e quindi si ha antracite di cattiva qualità. Ci fermeremo specialmente sul modo di trovarsi dell'antracite nel capitolo a ciò destinato; ora ci limiteremo a dare l'analisi di uno di questi schisti, come ci venne trasmesso dal laboratorio chimico della scuola d'applicazione per gl'ingegneri di Torino; è lo schisto incassante una lente, nero o grigio-scuro, poco lucente:

Acqua igroscopica, determinata col riscaldamento a + 110° C) . .	0.008
Materie volatili, determinate scaldando al rosso bianco incipiente fuori del contatto dell'aria.	traccie
Carbonio fisso.	0.242
Ceneri	0.750
Solfo	traccie
	1.000

Piombo ridotto da un gramma del materiale. . . . . grammi	8.037
Calorie risultanti	1891

Una miniera di solfuro di piombo argentifero con pirite fu lavorata sotto Monte Colmet nel grès antracitifero.

Roccie secondarie. — Le roccie secondarie sono rappresentate in piccoli lembi in istratificazione discordante, perduti alla superficie delle altre formazioni, evidentemente microscopici residui di più estesa formazione infranta ed asportata in gran parte dalla denudazione. Uno di questi lembi è isolato presso ad un piccolo laghetto sul terrazzo d'erosione glaciale che domina da nord ovest il lago di Verney. Gli altri sono allineati in direzione da sud ovest a nord est, e fanno seguito ad identico allineamento, che dall'Isère sale al Piccolo San Bernardo pel vallone di Scez; dall'altro lato si seguita l'allineamento verso il Gran San Bernardo. Sotto all'ospizio, in versante francese, abbiamo un piccolo lembo di gesso con un po' di calcare dolomitico, grigio, compatto. Un bel lembo di quarzite sormontato da dolomite forma la Touriassa. Più sotto alla Tour compare una massa di gesso ed altre analoghe commiste con colate tufacee alla Goletta, al Touvet, ed alle Granges nel bacino della Thuille.

La quarzite della Touriassa è a grana bianchissima, translucida, cristallina, è divisibile in lastre di 1 a 3 centimetri, a superficie spalmata di scagliette talcose o colorata in giallo dall'idrossido di ferro (n. 279). Nelle cavità di questa quarzite trovansi bei cristalli di quarzo ed una specie di fina sabbia silicea, incoerente, giallochiara, che somiglia a farina grossolana di grano turco (n. 198).

La dolomite sovrastante alla Touriassa è grigio-biancastra, brecciforme, a struttura grossamente cristallina, in certi punti quasi spatica.

Il gesso del Piccolo San Bernardo è bianco, a struttura cristallina nel cuore

della massa, niviforme, terroso e listato da strisce giallastre alla superficie (n. 248, 249). Analogo è il gesso di Goletta alla Thuille (n. 212, 211).

Ma al Touvet trovasi una massa di gesso a struttura veramente cristallina, bianca, translucida (n. 213), circondata e ricoperta da gesso terroso niviforme, bianco o giallastro, tufaceo. Il gesso vi è escavato per gli usi ordinarî.

Roccie di decomposizione chimico-fisico-meccanica. — Venendo ora alle roccie o materiali di decomposizione chimico-fisico-meccanica delle roccie, segnaliamo dapprima certi calcari terrosi giallo-rossastri di ocra, che si trovano presso il ghiacciaio di Broglia. Sono depositi di scoli d'acqua feltranti attraverso i calceschisti (n. 201). Abbiamo poscia le grandi colate, i rivestimenti tufacei; uno magnifico è quello che scende dalla Touriassa pella comba dell'Eau Rouge, e ricuopre gran parte del terrazzo morenico, si sviluppa alla Testa del Chargeur e si presenta più in basso fino a Pont Serrand; il tufo vi è ora quasi compatto, spatico, giallo-rosso-bruno (n. 246, 260), ora più terroso, rosso-giallastro-chiaro (n. 237), ora areolare (n. 247); abbiamo i tufi terrosi calcareo-gessosi che accompagnano i gessi al Touvet, al Piccolo San Bernardo.

Lo sfacelo in posto si compie in grandissima scala sul gradino elevato, tutto pascoli, che conduce al Colle ed all'Ospizio del Piccolo San Bernardo; sono gli schisti micacei, che si trasformano in terriccio nero o bruno; questa facile disaggregabilità minuta dei calceschisti e dei micaschisti ci spiega côme così ampî sieno i pascoli privi quasi assolutamente di rottami in questa parte delle Alpi.

I *clappeys* son ben caratterizzati nei valloncini che dalla costiera Monte Colmet scendono al torrente Ruitor.

Le frane numerosissime; quasi tutti i pendìi erbosi nei valloni sul versante sinistro sono di frane a minuti elementi; hanvi delle bellissime breccie calcari di frana al piede della Touriassa (n. 147), che colla decomposizione dei frammenti calcari danno delle masse ad aspetto tufaceo (n. 244).

Le morene recenti sono sviluppate ai piedi dei ghiacciai attuali; fra le maggiori citiamo quella del Ruitor e quella del ghiacciaio di Broglia. Il morenico antico ricuopre gran parte dell'altipiano dalla Testa del Chargeur al Piccolo San Bernardo, il bacino della Thuille col valloncino delle Granges; aree moreniche si sviluppano a Pont Serrand, Barmetta, nell'alto del vallone di Chavannes e di Broglia, allo sbocco del vallone di Orgève, al Crêt sotto Monte Colmet, ad Arnouva, a Ponteilles, al *chalet* del Glacier, nel vallone di Youla sopra la Balme, alla Balme, a Plan Pra ed infine allo sbocco della valle sopra Pré-S^t^-Didier.

Stratigrafia. — Quantunque nella Valle della Thuille si presenti la disposizione delle roccie cristalline ed antracitifere a sinclinale, pure il percorso della valle non corrisponde alla linea sinclinale. Difatti questa può considerarsi tracciata dal Colle della Löys Blanche, per la Bellecombe, al basso del ghiacciaio del Ruitor; poi procede per la Comba delle Ussellettes al Passaggio d'en haut, e pel vallone d'Interrey si dirige alla Dora Baltea, che raggiunge in faccia a Villair. La valle principale invece si trova un 6 a 7 chilometri al nord-ovest, per conseguenza non è di sinclinale. Inoltre la direzione di questo sinclinale è da sud 65° ovest a nord 65° est solo per la parte superiore, dal Colle del Piccolo San Bernardo alla Thuille, e si fa sud 35° ovest a nord 35° est per la parte inferiore, dalla Thuille a Pré-S^t^-Didier.

Lasciando per ora in disparte le roccie o lembi microscopici più recenti della zona antracitifera, occupiamoci della disposizione delle roccie antracitifere e delle cristalline.

Zona antracitifera. — La zona antracitifera ha il suo limite occidentale su una linea tortuosa, ma generalmente diretta a nord 65° est. Il limite entra in Italia dalla Savoia a pochi metri, una cinquantina forse a sud 60° est dell'Ospizio del Piccolo San Bernardo, e procede a nord 30° est fin presso alla casa cantoniera, che prima s'incontra scendente dal Colle; in questo tratto numerosi affioramenti di piccole lenti di antracite in mezzo agli schisti lucenti ed ai grès. Poi piega ad est e nord 80° est per passare ad oriente della Touriassa. Oltrepassato questo rilievo quarzoso calcareo secondario discende nuovamente verso nord nord est e passa presso i *chalets* della Tour e di Combaynon, ove si escava pur anche l'antracite; donde dirigendosi a nord 30° est per la foresta di Goletta va a nascondersi sotto ai depositi morenici del bacino della Thuille. Riappare a nord est sul fianco destro della Comba delle Granges e forma la montagna imboschita del Villaret, di Buic, della Tronchée, ove sono le grandi escavazioni di antracite. Piegando ad est raggiunge i trinceramenti del Principe Tommaso, e poi il Colle della Croce per seguitare poi pei valloni di Harpi e Gonier fino alla Baltea in faccia a Morgex.

Il limite orientale penetra in Italia sul fianco nord ovest del Grand Assaly, e, dirigendosi anch'esso a nord 60° est taglia il basso del ghiacciaio del Ruitor; seguita pel contrafforte dividente la Comba delle Ussellettes dalla conca del Ruitor, fin quasi alla vetta del Paramont, donde pel vallone d'Interrey raggiunge la Baltea a valle di Derby.

Questa zona antracitifera diretta generalmente a nord 60° o 65° est ha una media larghezza di 6 a 7 chilometri, con un medio sviluppo parallelo alla direzione di 7 chilometri; occupa quindi un'area approssimativa di 45 a 50 chilometri quadrati.

La linea sinclinale non corre nel mezzo di questa zona, ma sibbene molto più vicina al limite sud est, che non al nord ovest; essa corrisponde alla Bellecombe ed alla Comba delle Ussellettes fino al passo del Passaggio d'en haut distante appena da 1 chilometro e mezzo a due chilometri dal limite sud est e 4 chilometri e mezzo a 6 chilometri dal limite nord ovest. Cio è dovuto al duplice fatto della maggior inclinazione degli strati a sud est del sinclinale, e minore invece al nord ovest e allo assottigliarsi delle formazioni diverse costituenti la zona al sud est contro un maggior spessore d'esse al nord ovest. Questo fatto è messo in piena evidenza dalle sezioni verticali XIII, XIV, e XV, ed anche più dallo esame dei diversi valloni che corrono al vallone maestro del Ruitor. Difatti il gran bacino di Arnouva, formato in alto da tre valloncini, presenta a nord ovest larghissimi e dolci pendii ricchi di pascoli, corrispondenti a piani di strati elevantisi a nord 30° ovest, mentre i versanti a sud est sono ripidi, scoscesi, perchè formati da testate di strati superiori. Lo stesso dobbiamo dire per la Comba di Thuillette. Questa differenza fra i due versanti non si verifica più per la Bellecombe, e per il tratto mediano della Comba delle Ussellettes, che corrispondono alla sinclinale, e, se havvi qualche maggior ripidezza a sud est, lo dobbiamo alla maggior inclinazione degli strati; del resto qui il potente lavorìo di erosione ha modificato molto le accidentalità dovute alla semplice disposizione degli strati. A sud est del sinclinale non possiamo più afferrare bene queste differenze tra i due versanti

delle combe, che dovrebbero essere a pendìo dolce a nord ovest e ripidissimo a sud est; se questo carattere non è ben visibile, egli è perchè anzitutto non vi sono più valloni ampî, ma stretti burroni; di più i ghiacci cuoprono quasi ovunque e le roccie antracitifere e le cristalline; ma la forma dei picchi ubbidisce alla regola generale; il piccolo ed il grande Assaly, il Picco di Loydon, la Testa del Ruitor, le Vedette, tutti presentano un fortissimo pendìo a sud est e meno accentuato a nord ovest. Del resto nei valloni di Interrey e Gonier abbiamo veduto che la condizione stratigrafica ha impresso un marchio evidentissimo nell'aspetto dei versanti.

Nei burroni che scendono da Monte Colmet al torrente del Ruitor non è visibile questa differenza tra i due versanti, perchè sono eminentemente di erosione, e la denudazione obliterò ogni traccia di andamento stratigrafico, incidendo, scavando e coprendo il tutto di enormi accumuli di rottami.

Vallone del Ruitor. — Esaminati così i valloni e le combe tributarie del vallone maestro, occupiamoci ora di questo. Tutto il versante destro della Valle della Thuille, dicemmo, è formato dal gran bacino del Ruitor e suoi tributarî; abbiamo un solo gran vallone trasversale alla direzione delle stratificazioni a cui pervengono da destra e sinistra tanti valloni di comba od obliqui. Ciò dipende dal fatto che gli strati sul versante destro furono soggetti ad un movimento di sollevamento, il cui asse è diretto normalmente alla direzione degli strati, delle zone. Ma corrispondentemente a questo asse di sollevamento parziale ebbe luogo una spezzatura, con uno spostamento dei margini degli strati spezzati. Questa lacerazione parte dalla Thuille e giunge fino al piede delle rupi su cui viene a terminare il grande ghiacciaio del Ruitor, ed in questa spezzatura vennero ad aprirsi la via al basso le acque tutte del versante, convergendo alle sue estremità sud est, da tutte le orientazioni possibili del grande semicircolo, che attualmente forma il bacino idrografico del Ruitor. Ecco quindi spiegato:

1. L'esistenza di un solo grande vallone sul versante destro corrispondentemente ad una spezzatura con spostamento del leggiero anticlinale, prodotto da un sollevamento, da un'ondulazione normale alla direzione delle zone.

2. Perchè questo vallone si mantenga unico solo per la metà del suo tragitto, cioè fin dove si verificò la spezzatura.

3. Come là ove termina il vallone unico convergano d'ogni parte le acque del bacino.

La sezione XVI mette in evidenza l'accidentalità stratigrafica che generò il curioso assetto oro-idrografico; lo spostamento è provato dalla maggior elevazione cui si trovano a sud ovest gli schisti antracitiferi coll'allineamento di lenti antracitiche, seguito di quelle che sono escavate a nord est del gran vallone del Ruitor.

Depressione tra roccie cristalline e roccie antracitifere. — È naturale che tra le testate profonde della zona antracitifera ed i piani superficiali delle roccie cristalline al nord ovest debba esistere una depressione; a questa però non corrisponde la valle principale, contrariamente a quello che si crede. Tra le due formazioni abbiamo il valloncino che dal Belvedere scende in Savoia passando alla base dell'Ospizio del Piccolo San Bernardo. Sul territorio italiano la massa della Touriassa riempie il seguito della depressione; ma a nord di esso rilievo, la depressione continua col piccolo vallone

dell'Eau Rouge fino a Pont Serrand. Da Pont Serrand alla Thuille lembi gessosi e riempimenti di morena e frane colmano la depressione, che si continua a nord est del bacino della Thuille colla Comba delle Granges. Ovunque possiamo verificare in piccolo la maggior ampiezza ed il più dolce pendìo del versante nord ovest della depressione, mentre che il versante sud est è più scosceso. Questa depressione tra le roccie cristalline e le roccie antracitifere servì molto bene ad arrestare e mantenere i lembi secondarî, frammenti di una formazione scomparsa quasi totalmente. Quello della Touriassa si mostra in stratificazione discordante colle roccie antracitifere, e colle cristalline, come risulta dalla sezione XIII; lo stesso fatto è indicato pel lembo gessoso del Touvet nella sezione XV.

Valle principale. — La valle principale corre dal Piccolo San Bernardo alla Thuille in un solco d'interstratificazione in piena roccia cristallina. I micaschisti facilmente erodibili si sono prestati alla escavazione del cunicolo, per cui il torrente dal lago Verney scende allo sbocco del vallone di Chavannes. Ivi l'inflessione nella direzione degli strati e la maggior resistenza presentata dai calcari cristallini obbligò la valle a scendere verso l'est mentre che prima scendeva a nord 30° est. Sul versante destro abbiamo un pendìo scosceso, talora con pendenze esagerate; esso corrisponde a testate di strati; a sinistra invece il pendìo è dolce, a larghi, estesi piani inclinati tutti pascoli; siamo sulla faccia di strati di calceschisto salenti verso nord ovest. Dalla Thuille in basso la valle s'incanala profondamente e si mantiene generalmente parallela, con una piccola obliquità, però, alla direzione degli strati fino sotto ad Eléva; difatti, mentre da un lato, a destra, abbiamo rupi minacciose ed a picco, o quasi, corrispondentemente a testate di strati, a sinistra il versante sale su piani di strati su pendii non troppo forti, imboschiti, o rivestiti di vegetazione erbacea. Da Eléva a Pré-S^t^-Didier la valle corre in una profonda lacerazione dei calceschisti e dei calcari cristallini con una obliquità di 18° a 20° nella direzione degli strati.

Versante sinistro della Valle della Thuille. — Sul versante sinistro i valloni sono tutti normali per la massima parte all'andamento delle stratificazioni; fa solo eccezione la parte elevata del vallone di Chavannes, che si piega in maniera da diventare quasi d'interstratificazione. Difatti in tutto il tratto che corre dalle Chavannes du milieu alle Chavannes d'en haut il versante sinistro è a dolcissimo pendìo e tutto pascoli, mentrechè ripido e selvaggio è il versante destro. Questi valloni per conseguenza non presentano grande differenza nei loro versanti: essi sono veri valloni di erosione determinati *ab origine* da ondulazioni di strati. Nel vallone di Broglia l'andamento stratigrafico è un po' irregolare per l'intercalazione di lenti serpentinose, gneissiche, amfiboliche; nel suo assieme però risponde all' ammirabile regolarità che domina in tutto il versante sinistro della Valle delle Thuille.

Riassunto stratigrafico. — Riassumendo, abbiamo che la Valle della Thuille è valle d'interstratificazione scavata negli strati più superficiali della *zona delle pietre verdi,* rialzati a nord ovest verso l'ellissoide del Monte Bianco; che il suo versante destro è inciso da cinque valloni secondarî normali all'andamento della direzione degli strati, e scendenti nel senso della inclinazione degli strati; che il versante sinistro è occupato da un solo vallone normale per spezzatura alla direzione degli strati; che a questo concorrono tanti valloncini d' interstratificazione od obliqui

all'andamento direttivo degli strati, che a questo versante destro corrisponde un sinclinale; che un allineamento di piccole depressioni d'interstratificazione corrisponde al passaggio dalle roccie cristalline alle roccie antracitifere.

CAPITOLO V.

Considerazioni generali cronologiche e stratigrafiche.

Riassunto generale. — Dopo aver descritto rapidamente l'area dei lavori di rilevamento geologico nel 1877 sotto il triplice aspetto topografico, petrografico e stratigrafico, ora converrà riassumere a grandi tratti il già esposto e passare ad alcune considerazioni sui criterî che ci condussero ad ammettere alcuni apprezzamenti un po' diversi da quelli di esimî geologi, che ebbero in precedenza ad occuparsi della Valle della Thuille.

Le tre valli di Rhêmes, di Grisanche, della Thuille ed i valloni minori inclusi tra lo sbocco delle due ultime vallate corrispondono ad una grande depressione tra le ellissoidi di sollevamento del Gran Paradiso e del Monte Bianco. Questa gran depressione corre e taglia obliquamente la gran Valle di Aosta da sud ovest a nord est e sono ad essa corrispondenti due grandi valichi sul clinale delle Alpi, sicuramente il Piccolo San Bernardo, probabilmente il Gran San Bernardo. A sud est di questa depressione si allineano due ellissoidi di sollevamento, quello del Gran Paradiso e del Monte Rosa, a nord ovest abbiamo quella sola del Monte Bianco.

La depressione è occupata da roccie più recenti di quelle cristalline antiche formanti le ellissoidi, e teoricamente devono interporsi tra due ellissoidi dirette parallelamente, come in una grande sella, in un amplissimo sinclinale. Nel fatto questa disposizione può essere più o meno profondamente modificata, ma nel caso nostro ci pare siamo vicinissimi alla condizione tipica.

Alle roccie cristalline antiche si sovrappone in sinclinale, in istrati rialzati a nord ovest e a sud est un gran mantello di terreni cristallini recenti, ed a questo più nell'interno una zona di terreni antracitiferi, e sporadicamente lembi perduti di roccie secondarie. La linea sinclinale taglierebbe obliquamente l'alto del vallone del Ruitor e giungerebbe alla Baltea pel vallone d'Interrey. A nord ovest di questa linea sinclinale gli strati si rialzano contro l'ellissoide del Monte Bianco, a sud est invece si drizzano contro l'ellissoide del Gran Paradiso. Se facciamo astrazione dai lembi secondarî la cosa si presenta nel suo assieme colla massima semplicità. Le valli principali sono dirette più o meno parallelamente alla direzione delle ellissoidi e degli strati sovraincombenti; a nord ovest del sinclinale presentano versanti scoscesi a nord ovest ed a dolce pendìo a sud est; a sud est invece del sinclinale abbiamo l'opposto; nei capitoli precedenti abbiamo cercato di mettere in evidenza questo fatto per ogni singola valle. I valloni sono generalmente normali alla direzione degli strati. Non si può desiderare una maggior semplicità e regolarità di andamento. Ma non tutti i geologi la pensano così.

Opinioni di Favre e di Lory, divergenza da quella dell'Autore. — Il Favre si è occupato dei terreni antracitiferi della Valle della Thuille e delle montagne che

formano il versante sinistro di questa valle; per lui tutta la massa di roccie a sinistra della Dora della Thuille, rialzata contro il Monte Bianco, appartiene al trias e ad essa si sovrappone la zona antracitifera, più antica, per rovesciamento.

Il Lory ammette ancora come triasiche le roccie del versante sinistro della Valle della Thuille, ed esse sembrano affondarsi sotto le roccie più antiche dell'antracitifero, ma in realtà vi ha solo giusta posizione per una spaccatura verificatasi con spostamento, per cui una massa di roccie più giovani viene a sembrare inferiore di livello ad una massa di roccie più antiche.

Noi per contro ammettiamo che le cose sono precisamente nella condizione normale, vale a dire le roccie antracitifere, considerate come appartenenti al carbonifero stanno sopra in concordanza di stratificazione alle roccie del versante sinistro della Valle della Thuille, perchè queste non sono triasiche, ma appartengono alla *zona delle pietre verdi.*

Non è da parte nostra malsano desiderio di far pompa di idee nuove, non è una smania di fare del campo scientifico un campo di battaglia senza buone ragioni. Noi sappiamo benissimo che in geologia non si combatte con sofismi e cavilli, ma che ogni enunciato dev' essere basato sopra severe e conscenziose osservazioni; epperò sarebbe imprudente da parte nostra lanciarci senza valido appoggio in una lotta scientifica. Nè ci facciamo illusione sulla potenza dei nostri avversarî, che sì meritamente raggiunsero un posto elevatissimo tra i cultori delle geologiche discipline. Procedendo però cautamente, lentamente dalle regioni del Gran Paradiso, a quelle del Monte Bianco, passando gradatamente dal noto verso l'ignoto, ci parve dover apprezzare i fatti in modo diverso da quello addottato dai signori Favre e Lory; ed i nostri apprezzamenti, dobbiamo dichiararlo, emersero non da idee preconcette, ma dall'impressione ricevuta dall'esame dei fatti; ciò non implica che i nostri apprezzamenti sieno in modo assoluto i veri, e sieno falsi per conseguenza quelli del signor Favre e del signor Lory; se in studî ulteriori si presenteranno a noi prove evidenti che non siamo nel vero, saremo noi i primi a condannare i nostri primi apprezzamenti.

La divergenza capitale sta nel valore cronologico dato alle roccie formanti il versante sinistro della Valle della Thuille. Noi le consideriamo come prepaleozoiche, presiluriane, epperò le troviamo occupare stratigraficamente il posto che loro spetta. Il signor Favre le considerò prima liasiche, poi triasiche e per spiegarne la posizione stratigrafica anormale dovette ricorrere ad un supposto rovesciamento, che avrebbe ricoperto il trias col carbonifero; ma il signor Favre ha prove materiali positive di questo rovesciamento? Non è questo un artifizio per spiegare la posizione anormale delle roccie secondo lui triasiche? Lo studio stratigrafico delle regioni attorno alla ellissoide del Gran Paradiso, della Val Savaranche, della Val di Rhêmes, della Val Grisanche, della conca del Ruitor ci mostra invece la più eloquente semplicità di sovrapposizione; dapprima le roccie cristalline antiche e poi sovra di esse la gran *zona delle pietre verdi*, le roccie cristalline recenti, e sopra queste sempre concordanti le roccie del carbonifero. Non una deviazione dal regolare sovrapporsi di roccie più giovani a roccie più antiche; non una qualsiasi accidentalità che possa far sospettare una convulsione violenta, uno sconquasso nei terreni, conservanti ovunque la stessa direzione, quasi sempre lo stesso valore angolare d'inclinazione degli strati; uniformità

mirabile nell'andamento, nell'aspetto delle valli subordinatamente alla semplicità, alla regolarità di andamento stratigrafico. Ora come mai ciò potrebbe essere, come potrebbe andar d'accordo con un repentino rovesciamento degli strati carboniferi in enorme massa sulle roccie del trias? Quale la causa di sì repentina e potente deviazione dal regolare andamento? Perchè questa deviazione così possente non lasciò alcuna traccia nelle roccie limitrofe di Val Grisanche? D'altronde lo studio stratigrafico della conca del Ruitor ci mostra gli strati carboniferi immergenti a sud est, è vero, verso la Valle della Thuille, ma essi immergono a nord ovest nell'alto della conca del Ruitor. E fra mezzo a queste due inclinazioni in senso inverso gli strati si avvicinano alla orizzontale, si dispongono a vere conche di sinclinale; l'inversa inclinazione non si potrebbe spiegare che per struttura a ventaglio; ma in tal caso nel mezzo gli strati dovrebbero essere verticali, e ciò noi non abbiamo constatato. Noi siamo quindi autorizzati a credere che nel suo intimo il signor Favre non potrebbe essere convinto della realtà di questo rovesciamento, che egli fu obbligato ad ammettere, a supporre, perchè suppose triasiche le roccie sottostanti alle carbonifere. Diciamo suppose; quali sono infatti i criterî che possono aver condotto il signor Favre a considerare come triasiche le roccie del versante sinistro della Valle della Thuille? Sono criterî paleontologici irrefragabili? No, perchè a nostra saputa non furono mai trovati fossili in tutta quell'area di montagna. Dunque sarà per analogia di composizione mineralogica, di struttura con roccie triasiche, ed ammettiamo pure indubbiamente triasiche, che il signor Favre avrà avuto campo di studiare in altre località anche non molto distanti. E qui il signor Favre si incontra col signor Lory. Veniamo per conseguenza ad esaminare l'opinione di quest'ultimo esimio geologo.

La carta geologica della Savoia fatta dal sig. Lory insieme coi geologi Pillet e Vallet è tutta attraversata da numerose linee segnalanti lacerazioni con spostamenti; una di esse entra in Italia dal Piccolo San Bernardo ed attraverserebbe la Valle d'Aosta, al contatto delle roccie carbonifere a livello superiore, e di quelle considerate dal Lory come triasiche a livello inferiore. Noi non discuteremo le lacerazioni con spostamento della Savoia; ma questa che s'insinua e prolunga nel territorio italiano ci sembra grandemente problematica. Evidentemente il Lory fu nell'obbligo assoluto d'immaginare la lacerazione e lo spostamento per spiegare l'anormale posizione delle roccie, ch'egli fa triasiche; artifizio per artifizio, preferiamo quello del signor Lory a quello del rovesciamento ideato dal signor Favre. Ma è pur sempre radicata in noi l'opinione che si debba andar molto cauti nell'ammettere deviazioni dall'andamento regolare delle stratificazioni, e che solo vi si debba ricorrere quando irrefragabili argomenti ne provano la reale esistenza; noi desidereremmo che queste deviazioni fossero ricercate e studiate e constatate colla massima diligenza quando fu già constatato a piena evidenza il valor cronologico di formazioni in posizione normale per rispetto alla sovrapposizione stratigrafica. Questa *faglia* ci sembra null'altro che un artificio ideato dal Lory per poter sostenere che le roccie del versante sinistro di Val della Thuille sono triasiche; ma il signor Lory è veramente convinto della esistenza di questa linea di lacerazione con spostamento? Noi per parte nostra dobbiamo dichiarare che non potemmo raccogliere dati così positivi da poter dar ragione al signor Lory. Se non l'ammettiamo in via assoluta, non la neghiamo ricisamente, come non

neghiamo ricisamente il rovesciamento ideato dal sig. Favre; ripetiamo che vogliamo lasciarci aperta la via a ricrederci se convincenti prove ci dimostreranno non essere noi nel vero. Intanto domanderemo al signor Lory; come va che la principal Valle della Thuille non corre nell'allineamento di questa *faglia*? eppure pare a noi che una lacerazione con dislocamento è la via indicata al corso delle acque. Ora invece il torrente principale della valle corre lateralmente ad essa linea, e quel che è più, non a grande distanza. Veniamo a conchiudere che il signor Lory dovette immaginare questa lacerazione con spostamento per spiegare l'inferiorità di livello stratigrafico delle roccie supposte triasiche in confronto delle più antiche carbonifere. Per ammettere come triasiche le roccie del sinistro versante della Valle delle Thuille il Lory si sarà servito del semplice criterio di analogia di struttura e composizione mineralogica con altre roccie di altri luoghi indubbiamente triasiche. Se non andiamo errati, la presenza dei gessi e delle carniole sarebbe il segnale di essere sopra roccie triasiche tanto pel Lory che per il Favre; le quarziti rappresenterebbero per essi roccie triasiche, e specialmente le quarziti tabulari bianche e verdiccie. Noi non vogliamo impugnare questa opinione, ma intanto osserviamo, che le quarziti, i gessi della Valle della Thuille a noi sembrano assolutamente indipendenti dalle roccie formanti il sinistro versante della valle, e crediamo potere dare altrimenti spiegazione della loro presenza. Poi ci facciamo questa domanda: è proprio vero che ovunque vi sono quarziti e gessi, là indubbiamente si debba essere su roccie triasiche? non abbiamo quarziti in tutte le zone di roccie cristalline? non abbiamo anidriti che possono, idratandosi, dare del gesso nei terreni cristallini? In Val di Cogne il gesso si trova nella *zona delle pietre verdi;* così pure cristallini di gesso accompagnano i minerali di Brosso nella istessa zona; d'altronde sulla formazione dei gessi alpini nutriamo certa opinione che non è ancora ben matura da potersi esporre per ora. Per le quarziti poi non abbiamo quarzite nel gneiss centrale, le bargioline di Barge? Nei terreni cristallini recenti troviamo frequentemente quarziti bianche e tabulari. Per ciò che riguarda le carniole, già dicemmo come molte di esse debbono considerarsi come tufi di varie epoche, e ci riserviamo di raccogliere dati positivi sui calcari cavernosi delle Alpi; ammesso però che desse sieno vere carniole, è detto che la carniola debba essere sempre ed assolutamente triasica? I gessi e le dolomiti e le quarziti di Val della Thuille noi possiamo però provvisoriamente ammetterle come del trias, senza che ciò infirmi per nulla il nostro modo di vedere per riguardo alle roccie del sinistro versante di Val della Thuille. Queste per noi sono della *zona delle pietre verdi* e fummo condotti a questo apprezzamento colla scorta delle analogie di composizione e struttura, come furono condotti a considerarle triasiche il Lory ed il Favre. Questi vi pervennero passo passo dal sud ovest, dall'ovest e dal nord ovest, ove i terreni triasici e liasici sono ben sviluppati, noi vi pervenimmo dal nord est, dall'est e dal sud est, dove invece sono sviluppatissimi i terreni cristallini recenti. Se havvi peccato nell'uno o nell'altro degli apprezzamenti del valor cronologico di queste roccie, è un peccato d'origine, cioè per aver tenuto conto troppo scrupoloso delle analogie di composizione mineralogica e di struttura. La strada da noi battuta, è, bisogna dirlo, meno difficile che non quella seguìta dai signori Lory e Favre; noi partimmo dalla ellissoide del Gran Paradiso e trovammo sulla nostra via dominare

sempre la massima semplicità e regolarità di sovrapposizione stratigrafica; essi invece si trovarono alle prese col guazzabuglio stratigrafico del versante italiano del Monte Bianco; e noi non siamo lungi dal sospettare che la necessità di spiegare questo guazzabuglio dell'Allée Blanche e della Val Veni abbia trascinato, piuttostochè per osservazione indipendente ed isolata, ad ammettere come triasiche quelle roccie, che noi ammettiamo come presiluriane, cioè della *zona delle pietre verdi*, talchè questo apprezzamento di due esimî geologi sarebbe già una inevitabile conseguenza di precedenti apprezzamenti. I due geologi svizzero e francese non ci tacceranno di giovanile presunzione, se osiamo manifestare un'opinione diversa dalla loro, ma ci attenderanno al varco nella interpretazione stratigrafico-cronologica dei terreni del versante italiano del Monte Bianco. Difatti e là il nodo della questione; noi speriamo di poterne uscire con onore mantenendo fermo il nostro attuale apprezzamento sulle roccie della Thuille, pronti a pronunziare il sacramentale *nostra culpa* se i fatti ci diranno che siamo nel torto.

Roccie cristalline recenti. — Le roccie cristalline antiche non sono rappresentate nell'area di studio, argomento della presente Memoria. Siamo in piena *zona delle pietre verdi* che in Val Savaranche si addossano alla ellissoide del gneiss centrale del Gran Paradiso. Nella Valle di Rhêmes abbiamo gneiss, micaschisti feldispatici, e micaschisti tipici, calceschisti, calcari cristallini, serpentini, serpentinoschisti, amfiboloschisti, che sono evidentemente l'esatta riproduzione di quelli che ebbimo campo a descrivere negli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso*. Tutte queste roccie rimangono a nord ovest e si rialzano a sud est verso il Gran Paradiso. Per la Valle di Rhêmes non havvi questione, essa è scavata nella *zona delle pietre verdi*.

La Val Grisanche si presenta nelle istesse condizioni. Abbiamo rapppresentate le istesse roccie, con maggior o minor sviluppo relativo dell'una o dell'altra forma petrografica. L'andamento stratigrafico è sempre lo stesso. Di più tanto in Val di Rhêmes che in Val Grisanche noi possiamo seguitare gli strati e vederli continuarsi nelle valli che stanno a nord del Gran Paradiso come gran mantello rivestente l'ellissoide centrale. Anche per la Val Grisanche non havvi luogo a dubbio; dal Gran Paradiso al Ruitor la *zona delle pietre verdi* si sviluppa su una linea trasversale alla direzione degli strati per oltre 15 chilometri. Teniamo conto della inclinazione degli strati ed abbiamo uno spessore approssimativo della formazione di 8000 metri. Ora vogliamo ammettere che questa massa enorme di strati cristallini recenti debba mancare ad un tratto e non farsi più viva che in scala microscopica prima di giungere alla ellissoide protoginica del Monte Bianco. Che età avrà questa formazione? È inutile ripetere qui ciò che ampiamente sviluppammo nel precedente lavoro sul Gran Paradiso; allora abbiamo determinato per analogia di composizione mineralogica l'età probabile di queste roccie cristalline recenti; ci siamo riferiti agli studî fatti in America da Logan, Sterry-Hunt ed altri; allora siamo forse andati tropp'oltre nel precisare il periodo rappresentato da queste roccie; epperò ora ci limitiamo a classare queste roccie nel presiluriano senza riferirci più specialmente all'huroniano ed al laurenziano. Secondo ogni probabilità i terreni corrispondenti ai nostri gneiss centrali in America non esistono; i più antichi colà sono quelli della *zona delle pietre verdi*; cosicchè noi avremmo nelle Alpi un piano più antico, cui fa difetto un nome speciale; è ora immaturo

il definire la questione, ma speriamo risolverla col tempo e per allora ci riserbiamo di battezzare questa antichissima formazione sedimentaria metamorfica che sarebbe stata studiata in prima nelle Alpi Piemontesi. Sopra a questa immensa zona abbiamo il carbonifero; vogliamo supporre che gli strati più superficiali della *zona delle pietre verdi* possano corrispondere a qualcuno dei periodi paleozoici precedenti il carbonifero? Anche a questa domanda nello stato attuale degli studî non si può positivamente rispondere; possiamo sospettare che la cosa possa essere così, ma non lo possiamo accertare. Epperò ci si permetterà di lasciare per ora in sospeso la questione dell'esatto valore cronologico di questi terreni, a quali formazioni alpine corrispondano esattamente l'huroniano ed il laurenziano del Canadà, se vi siano fra noi rappresentanti del siluriano, del devoniano e del cambriano.

La massa delle roccie costituenti il versante sinistro della Valle della Thuille è costituito in grandissima parte da schisti calcari a struttura eminentemente cristallina. Omettiamo che localmente roccie più recenti come le triasiche possono presentare un *facies* cristallino; ma qui trattasi di una distesa di oltre a 60 chilometri quadrati in cui il carattere della cristallinità non fa mai difetto. I calceschisti di questa regione ed i calcari cristallini, su tutto il percorso e lo sviluppo dei banchi da essi costituiti, riproducono pienamente i caratteri dei calcari cristallini e dei calceschisti, non diciamo nemmeno di Val di Susa, sui quali, al dire del Lory, havvi ancora contestazione, ma diciamo di quelli di Cogne, di Val D'Orco, di Val Savaranche, che, profondissimi, si avvicinano maggiormente alla ellissoide di gneiss centrale. Abbiamo, è vero, degli schisti micacei e degli schisti alluminosi, che hanno una grande analogia con schisti secondarî; ma intanto noi citiamo schisti a *facies* recente intercalati con gli schisti evidentemente cristallini del vallone di Miage a poca distanza dalla massa protoginica del Monte Bianco; non si vorrà mica chiamare triasici gli schisti ed i gneiss dell'Aiguille di Tête Carrée, del Dôme du Gôuter, perchè presentansi queste roccie fogliacee, alluminose, nere, molto analoghe all'aspetto a roccie più recenti? Di più; abbiamo un vero gneiss, un gneiss amfibolico, della serpentina con pietra ollare e talco, roccie amfiboliche granatifere nel vallone di Broglia. Queste roccie si distinguono per nulla da quelle più caratteristiche della *zona delle pietre verdi*. S'inclina ad ammetterle sedimentarie dal Favre; dunque contemporanee delle roccie a cui sono intercalate; ora perchè esse presentano gli stessi caratteri delle roccie di identica costituzione mineralogica della *zona delle pietre verdi*? Evidentemente perchè sono esse stesse della *zona delle pietre verdi*? Come ammettere che serpentini, gneiss amfibolici così giovani, triasici, presentino assolutamente gli stessi caratteri delle roccie analoghe enormemente più antiche? Vogliamo abbandonare l'idea della sedimentarietà? Vogliamo considerarle quelle serpentine, quelli amfiboliti come trabocchi lavici del trias? Ma entriamo allora in altro ordine di considerazioni; veniamo a mettere altra volta in discussione l'origine specialmente delle serpentine. Per parte nostra su questa origine abbiamo già esposto le nostre idee nel precedente lavoro già più volte citato; le serpentine sono sedimentarie, sincrone delle roccie cui sono intercalate. Sappiamo che tale questione non è ancora risoluta per tutti i geologi; ma la generalità ammette questa origine sedimentaria. Ora, ciò ammesso per ora fino a prova contraria, le roccie del versante sinistro della Val della Thuille, per la sviluppatissima cristallinità, per la presenza

di roccie caratteristiche della *zona delle pietre verdi*, per l'assoluta identità di struttura e composizione mineralogica con molte roccie di questa zona rappresentano per noi terreni cristallini recenti e non roccie secondarie. Il nostro è argomento d'analogia, mancano i fossili; il sinclinale carbonifero è tanto profondo da non poter seguitare in basso e sotto il carbonifero la continuazione della *zona delle pietre verdi* sui due margini del sinclinale, epperò dobbiamo contentarci dell'analogia strutturale e mineralogica; ma non è mica diverso l'argomento del Lory e del Favre. Epperò in attesa di fatti tali che ci convincano, noi considereremo queste roccie come presiluviane rappresentanti della *zona delle pietre verdi*.

Roccie carbonifere. — Pei grès, per gli schisti lucenti ad antracite, per la puddinga sovrastante non abbiamo che ad accettare l'opinione generalmente invalsa presso i geologi che sieno rappresentanti del carbonifero. Tal questione fu dibattuta per molti anni e pare ormai risolta.

Del resto abbiamo prove paleontologiche a nostra disposizione.

Nell'anno 1877 noi raccoglievamo ad una cinquantina di metri dall'Ospizio del Piccolo San Bernardo, verso Savoia, e sulla sinistra del piccolo torrentello che fiancheggia a sud-est la strada internazionale, alcune impronte di piante negli schisti carboniosi grigio-scuri che accompagnano anche colà l'antracite (di cui si fece qualche escavazione) e sulla precisa continuazione di quelli descritti pel bacino detto Thuille. Erano queste le prime impronte incontrate in Valle d'Aosta negli schisti antraciti-feri. Le consideriamo come di Valle d'Aosta, giacchè raccolte a poche centinaia di metri dallo spartiacque colla Savoia ed indubbiamente sul seguito dei terreni antracitiferi della Thuille nella zona istessa. Era troppo importante determinarne i generi e le specie, onde vedere se si trattasse di terreni del periodo carbonifero, o precarboniferi. Interpellato il famoso Heer dal compianto prof. Gastaldi si ebbe risposta tale che portava un grande ritardo in questa determinazione. Cogliemmo l'occasione della presenza nel gabinetto del Museo geologico di Torino il dott. Alessandro Portis, che per diversi anni si era dato alli studî paleontologici in Germania; lo interpellammo se volesse assumersi tale lavoro. Egli ben di buon grado e sollecitamente si mise all'opera e ci consegnò la relazione che riproduciamo integralmente, porgendogliene le più vive grazie.

« I fossili sono per lo più impronte giacenti sopra schisti opachi e colorati in nero da sostanza carboniosa, che vi è contenuta in grandissima quantità. Quasi tutte queste impronte poi son rivestite di un sottile strato di carbone lucente che rappresenta l'organismo da cui l'impronta stessa venne prodotta. Alcuni organismi più grandi però come ad esempio i tronchi di calamiti non si contentarono di fare una impronta sulla roccia e conservarono un certo quale corpo variabile fra i 3 e i 5 millimetri di spessore, e fra molto più estesi limiti di larghezza a seconda che il fusto era originalmente più o men grosso. Questi tronchi constano della stessa sostanza rocciosa degli schisti che li comprendono, ma ne son isolati per mezzo della stessa vernice di carbone che ricopre le altre impronte e posson per conseguenza venirne staccati in pezzi più o men grandi e con più o men grande facilità. La flora del Piccolo San Bernardo esaminata dal punto di vista paleontologico ci presenta un abito decisamente carbonifero, offrendoci piante di ordini appartenenti esclusivamente

a questa formazione mentre gli ordini che possedettero una maggior durata ed uscirono per conseguenza dai limiti del carbonifero non son qui rappresentati che da specie del tutto caratteristiche di questo terreno.

« Se dopo di avere osservato l'abito generale della flora del Piccolo San Bernardo cerchiamo di determinare i generi e le specie che la compongono, restiamo tosto colpiti dalla mancanza assoluta o quasi nella medesima dell'intiera classe delle filicinee; sovra una sola lastra di schisto (e ne ebbi fra mani una cinquantina) potei osservare poche nervature, che ritengo aver fatto parte di una fogliolina di *Neuropteris;* di specie affatto indeterminabile. Questo è l'unico avanzo di felce che sia finora comparso sugli schisti carboniosi di questa nuova località e anch'esso non è ancor del tutto accertato.

« Abbondantissimi invece sono gli avanzi di piante appartenenti alla classe delle equisetinee. Numerose impronte di calamiti, di cui potei riconoscere due specie, la *C. Souckowii* e la *C. Cistii* e di asterophilliti pure con due specie, la *A. Longifolius* e la *A. equisetiformis.* Mentre la *Calamites Souckowii* e la *Asterophyllites equisetiformis* si presentano pressochè su ogni piastra di schisto che venga posta allo scoperto, la *Calamites Cistii* e l'*Asterophyllites longifolius* non furono incontrate che in piccolissimo numero di esemplari, due a tre per specie.

« Appartenenti ancora all'ordine delle calamariee si riscontrano al Piccolo San Bernardo le annularie; anche di queste riconobbi finora due specie, la prima l' *Annularia brevifolia* ed una seconda minutissima che non corrisponde colle diagnosi e colle figure delle specie finor conosciute e che io distinguo provvisoriamente col nome di *minuta.* Entrambe queste specie non si riscontrano che raramente; il loro caule erbaceo non resistette ai processi della carbonificazione, ed in proporzione di una gran quantita di individui andati perduti pochi furono quelli che ne rimasero conservati.

« Anche abbondanti, sebbene non tanto quanto le calamiti e le asterofilliti, troviamo in questi schisti le lepidodendree. Accanto ad un unico frammento di tronco di *Lepidodendron,* che riferii al *L. Sternbergii,* si trovano numerose impronte di foglie, fra le quali potei riconoscere quattro specie, di cui una abbondantissima a foglie dilatate il *Lepidophyllum maius* e tre molto meno abbondanti, e son quelle a foglie lineari, il *Lepidophyllum trilineatum, L. caricinum* e *L. setaceum.* Tutte tre queste ultime sono comuni alle due località Petit Coeur e Piccolo San Bernardo, come lo sono la maggior parte delle specie precedentemente citate.

« Finalmente si osservano pure abbastanza frequenti scaglie isolate facenti parte una volta dei frutti di lepidodendri. Queste non ho riferito ad alcuna specie e vengono citate nella lista seguente come specie indeterminata di *Lepidostrobus.*

« Riassumo: la flora del Piccolo San Bernardo consta quasi esclusivamente di equisetinee e di licopodinee. Le piante che la compongono dovevano crescere in località diversa da quella in cui si depositarono, e dove furono trasportate dalle acque in frammenti più o men grandi e più o men decomposti. Le specie che in essa si riscontrano vengono pure incontrate quasi tutte a Petit Coeur, ma si osserva il fatto che, mentre a Petit Coeur predominano le felci, al Piccolo San Bernardo regnano le equisetacee e le lepidodendree. Mentre a Petit Coeur vi è maggior povertà di

materia carboniosa presentandosi le impronte convertite in steatite bianca, al Piccolo San Bernardo la materia carboniosa venne maggiormente conservata (e lo dimostrano i vicini giacimenti di antracite) e le piante stesse constano ancor di carbone.

« Ecco ora la lista delle specie riscontrate:

Calamites Souckowii Brongt.
Calamites Cistii Brongt.
Asterophyllites longifolius Sternb.
Asterophyllites equisetiformis Schloth.
Annularia brevifolia Brongt.
Annularia n. sp. (*minuta*).
Neuropteris? sp.
Lepidodendron Sternbergii Brongt.
Lepidophyllum maius Brongt.
Lepidophyllum trilineatum Heer.
Lepidophyllum caricinum Heer.
Lepidophyllum setaceum Heer.
Lepidostrobus sp. »

Ora però vogliamo accennare ad un nostro dubbio, che non sia questo il solo terreno ad antracite, che questo combustibile minerale possa incontrarsi anche in terreni più recenti, come anche in terreni più antichi. Ci pare che il Favre sia anch'esso della nostra opinione. Ma di ciò in altra occasione e dopo nuovi studî. Per ora insistiamo sul fatto della mancanza di roccie calcari in tutta la massa della zona carbonifera della Thuille: fatto che abbiamo già constatato per i terreni antracitiferi del Mélézet in Val di Susa.

Roccie secondarie. — Le roccie cristalline recenti disposte in amplissimo sinclinale, di cui non è visibile la curva profonda e le roccie del carbonifero annidate anch'esse in sinclinale nella depressione delle roccie cristalline, formano l'ossatura di tutta l'area oggetto del lavoro nostro. Abbiamo però ancora lembi di quarziti tabulari bianche e di calcari sovrapposti in Val di Rhêmes, in Val Grisanche ed in Val della Thuille. Sinora non abbiamo rinvenuto fossili in questi residui di una formazione distrutta e quasi scomparsa; e questi calcari dolomitici si presentano come analoghi, anzi identici e quelli del Charberton in Val di Susa ed a quelli studiati dal Gastaldi nelle sue ultime campagne geologiche alpine. Le quarziti sono identiche a quelle di Val di Susa. Non abbiamo difficoltà ad accettare questi terreni come triasici o liasici, in una parola, come delli più antichi periodi del secondario; ma però ci riserviamo di ritornare su tale argomento quando avremo studiato a fondo le formazioni calcari del versante sud est del Monte Bianco. Per ora ci limiteremo a considerarli come secondarî, ammettendovi in via provvisoria i gessi della Valle della Thuille.

Serie cronologica. — La serie cronologica dei terreni rimane per conseguenza fissata come segue:

Terreni cristallini recenti. — Valli di Rhêmes, di Grisanche, conca del Ruitor, versante sinistro di Val della Thuille, parte del vallone d'Harpi, valloni della Froche, di Chenton, di Villotta.

Roccie — Gneiss, micaschisti feldispatici, micaschisti, calceschisti, calcari cristallini, schisti talcosi, serpentine, pietre ollari, amfiboliti, quarziti.

Terreni del carbonifero. — Versante destro di Val della Thuille, meno la conca superiore del Ruitor, parte superiore del vallone d'Harpi, vallone d'Interrey, vallone di Gonier, Becca di Suesse.

Roccie — Grès, schisti alluminosi-talcosi-carboniosi, puddinghe.

Terreni secondarî — Granta Parey, Tzantalena, Colle del Lago Nero, base di Becca di Suesse, la Touriassa, Touvet, Torvera.

Roccie — Calcari dolomitici, quarziti tabulari bianche, gessi.

Terreni quaternarî. — Morene, detriti in posto, alluvioni, frane, *clappeys,* tufi.

CAPITOLO VI.

Periodo glaciale nelle Alpi Graie settentrionali.

Ghiacciaio principale di Val d'Aosta. — Possiamo considerare questo capitolo come seguito agli studî sul periodo glaciale nel gruppo del Gran Paradiso contenuti nel capitolo VIII degli *Studî geologici sul gruppo del Gran Paradiso.* In allora abbiamo veduto come il principale ghiacciaio di Valle d'Aosta si alimentava delle correnti secondarie che sboccavano dalle valli di Champorcher, Champ de Praz, Valmariana, Fenis, S.[t] Marcel, Brissogne, Comböe, Cogne, Savaranche. Prima, più in alto, esso riceveva come affluenti i ghiacciai di Val di Rhêmes, di Grisanche, della Thuille, d'Harpi, di Gonier, d'Interrey.

Il gran ghiacciaio di Valle d'Aosta riusciva formato dalle due grandi masse di ghiaccio scendenti dalla Val Ferret e dall'Allée Blanche e Val Veni. La prima scendeva da nord est e scavalcava il Monte della Saxe, la seconda veniva da sud ovest e scavalcava il clinale secondario al Colle di Chécouri a sud del Monte Chetif; riunite le due fiumane scendevano in Val d'Aosta innalzandosi a grande elevazione. Il gran ghiacciaio di Valle d'Aosta lasciò traccie del suo passaggio a destra della valle, numerosissime ed evidentissime.

Le roccie che sono tagliate dalla via nazionale con un tunnel allo sbocco di Val della Thuille sono ricoperte da una estesa morena lasciatavi dal principale ghiacciaio, e sono levigate ampiamente là ove sono allo scoperto. A monte però, verso la Valle della Thuille una morena propria del ghiacciaio di questa valle ricuopre e si addossa alla morena contenente i materiali morenici di Val Veni. I materiali dell'uno e dell'altro deposito poco si distinguono, giacchè quasi identiche sono le forme petrografiche di quel gruppo di monti tanto verso Val Veni che verso la Thuille; ciononondimeno uno scrupoloso esame riesce a farne la separazione.

Tutto il fianco di montagna che domina Pré-S[t]-Didier a sud est è limato e levigato fino a 500 metri sul *thalweg.* e porta di tanto in tanto lembi morenici. Roccie levigate dal principale ghiacciaio troviamo al termine dei pascoli d'Harpi con ristretti depositi morenici. Al ghiacciaio principale devesi la piattaforma morenica di Chabaudy ed ancor ad esso devono attribuirsi le roccie levigate alla base di Feuilletta, e sotto alle case d'Interrey a 500 metri sulla vallata. La terrazza di erosione glaciale si mantiene molto elevata a Plan Champ, alle Montagnes de Derby, a Créta sopra la Villotta. Ivi il ghiacciaio grande incontrava gravi ostacoli al suo procedere nello sperone che da Monte Colomb scende a Liverogne; era per conseguenza obbligato a risalire e levigava, limava possentemente il clinale da Monte Colomb in basso, foggiandolo a numerosi dossi, a diverse terrazze le une alle altre sovrapposte. Da esso erano

fortemente lavorate le roccie di Pierre Taillée, del défilé d'Avise, di Ruinaz, e, dove era possibile, vi lasciò depositi morenici assai sviluppati e numerosi. A Monte Colomb il ghiacciaio principale si elevava a ben 600 metri sulla valle.

Esso ricuopriva quasi interamente la più bassa parte di Val Grisanche, sotto a Chamençon; la scavalcava e si versava in Val di Rhêmes all'altezza delle Combes. Tutta la catena secondaria è limata e ricoperta di estesissimi rivestimenti morenici. Le roccie su cui stanno i villaggi d'Introd, e Buillet sono levigate, e per opera del grande ghiacciaio che s'insinuava nella Val di Rhêmes e risaliva fino a 200 metri più alto per livello alla piattaforma d'Introd, donde passava in Val Savaranche.

Come è ben naturale, l'attrito si esercitava più potentemente sulle pareti e sui fianchi di rupe guardanti verso il Monte Bianco, e questi presentavano più larghe ed evidenti traccie di levigazione glaciale.

Premessi questi cenni sulle traccie lasciate dal principale ghiacciaio, veniamo a quelle dei ghiacciai secondarî.

Ghiacciaio di Val della Thuille. — Gli attuali ghiacciai di Broglia, Arrierey o Lavage nel vallone di Broglia ampiamente sviluppati, e uniti pel Colle di Chavannes al ghiacciaio di Chavannes, ricuoprivano tutto il vallone di Broglia e si spingevano al *thalweg* presso il lago Verney e risalivano sull'opposto versante. Ne sono prova e le roccie levigate del lago Verney, e i rivestimenti morenici con roccie del vallone di Broglia, che trovansi dal Colle del Piccolo San Bernardo fino alla Testa del Chargeur sul versante destro. Anzi il ghiacciaio or nominato scavalcava il Colle del Belvedere, e riusciva a congiungersi con quelli del bacino del Ruitor. Dal vallone di Chavannes, l'attuale ghiacciaio di Chavannes sboccava e si univa al ghiacciaio di Broglia, e uniti formavano una sola corrente, raccogliendo per via quella minore del vallone d'Orgève. Nel vallone di Chavannes abbiamo resti morenici, ed allo sbocco di esso vallone e di quello d'Orgève un'ampia zona morenica e roccie levigate. Ben lisciate per erosione glaciale sono le roccie in alto e corrispondentemente a Pont Serrand. Una bella cascata di ghiaccio doveva esistere a monte di Pont Serrand, in basso della Testa del Chargeur.

Sotto a Pont Serrand enormi accumuli morenici, e nel bacino della Thuille scendeva molto più potente il ghiacciaio antico del Ruitor; di fatti fino sul versante sinistro della valle presso la Goletta trovansi nel morenico i massi di puddinga antracitifera della Bellecombe. Il ghiacciaio antico del Ruitor riempiva tutta l'attuale conca e appena ne emergeva qualche raro spuntone di roccia; cuopriva tutta la Bellecombe e la Comba delle Ussellettes, come lo provano le roccie ampiamente levigate ed escavate a conche ora occupate da piccoli laghi. Una immensa cascata di ghiaccio doveva trovarsi in corrispondenza della Joux, ove affluivano correnti minori dai valloni Thuillette, Ponteilles, ed Arnouva, da sinistra, di Combasse, da destra. Il potentissimo ghiacciaio del Ruitor invadeva il bacino della Thuille, respingeva o si sovrapponeva a quello del Piccolo San Bernardo e Broglia. Ma ivi l'immane corrente non trovava sfogo per la gola di Pont Taillaud, e rimontava il bacino delle Granges, si rovesciava nel vallone d'Harpi pel Colle S. Carlo, scavalcava lo sperone guardante la Balme, e si rovesciava di là nella valle inferiore. I lembi morenici e le roccie levigate si trovano a grande elevazione. La corrente maestra seguitava in basso, lisciava le roccie della Balme, vi lasciava il morenico, riceveva la corrente di Youla e di Plan Pra e poi si univa poco

sotto ad Eléva al grande ghiacciaio di Val d'Aosta. Il gran manto di ghiaccio che ricuopriva la Valle della Thuille passava nel vallone dell'Allée Blanche pel Colle di Chavannes, in Savoia pel Piccolo San Bernardo e la depressione tra la Testa del Ruitor e il Picco di Loydon, senza calcolare altri tratti di clinale alpini che erano scavalcati; dal Ruitor si rovesciava in Val Grisanche, dalla Comba delle Ussellettes passava nel vallone d'Interrey ed in quello d'Harpi pel Colle S. Carlo. I massi di puddinga antracitifera di Bellecombe sul versante sinistro del bacino della Thuille, provano che nel ritiro del ghiacciaio della valle quello del Ruitor invadeva e ricuopriva ancora il bacino, quando già quello del Piccolo San Bernardo si era ritirato più in alto. Il ghiacciaio del Ruitor era molto più possente pel suo bacino raccoglitore molto più sviluppato.

Ghiacciai del versante destro di Val d'Aosta tra Pré-S^t-Didier e Livedrogne. — Piccoli ghiacciai scendevano dall'alto dei valloni d'Harpi, Gonier, Interrey, Froche, Chenton e Villotta; si saldavano in basso, lateralmente, ovvero si anastomizzavano fra loro scavalcando i rilievi interposti tra i diversi valloni, poi si precipitavano in una cascata, che correva per tutto quasi il versante tra la Punta d'Harpi e il Monte Colomb a raggiungere il ghiacciaio principale. Le più evidenti e più belle traccie di erosione glaciale le troviamo alle roccie che circondano il lago di Trava, ed a quelle che formano il bacino d'en haut nel vallone d'Interrey. Già vedemmo come queste secondarie masse di ghiaccio si univano con quelle della Thuille pel Colle S. Carlo e pel Passaggio d'en haut. Tra la Tour di Tigliet e il Paramont un lembo si rovesciava in Val Grisanche nel vallone di Planaval.

Ghiacciaio di Val Grisanche. — In Val Grisanche durante il periodo glaciale i ghiacciai di Glairetta, Bassac, S.^t Martin, Monte Forçat, Vaudet, Patte des Chamois, Vuert, Maurin, Quart formavano, fusi assieme, una immensa massa che per due cascate laterali si precipitava nel fondo dell'alta Val Grisanche, la ricolmava completamente, e si muoveva al basso verso il bacino dei Fornets. Era allacciata per numerosi passi colle masse glaciali di Savoia e con quelle di Val di Rhêmes, specialmente pei Colli delle Cloux, Glairetta e Bassac. Al bacino dei Fornets riceveva da sinistra un potente incremento dal ghiacciaio del vallone di S.^t Grat. Questo era formato dal ghiacciaio d'Ormelune enormemente più sviluppato, da quello che scavalcava dalla Savoia il Colle di Mont, e dalle masse che per enorme cascata scendevano dalla depressione tra la Testa del Ruitor ed il Picco di Loydon. Il lago di S.^t Grat è in una conca di origine glaciale, le roccie attorno ad esso sono potente limite, così pure quelle allo sbocco del vallone presso ai Fornets.

Riunite le due correnti provenienti dal vallone di S.^t Grat, e dall'alta Valle Grisanche procedevano verso il bacino di Val Grisanche: erodevano e lisciavano le roccie laterali a Bône, Menthieu, Serevey, le foggiavano a terrazze, oggidì rivestite di morenico, e si ammantavano dei ghiacci scendenti precipitosi dai valloni di destra e dall'alta piattaforma del Château Blanc per i valloni di Arpes Vieilles, Château Blanc, Avalanche, che ne erano completamente ricolmi; stupende cascate dovevano corrispondere al ripidissimo pendìo di questi valloni. La corrente principale doveva salire a 200 metri ed anche più dal *thalweg* della valle; ne fanno fede le stupende roccie levigate ad ovest del villaggio di Val Grisanche.

È a Revers, Planaval, che troviamo i più belli e grandiosi esempî di roccie levigate, mentre a destra il versante è lavorato ad amplissima e non interrotta terrazza ora rivestita di morenico. A Revers il ghiacciaio era sempre enorme e si aumentava pei ghiacci scesi da destra, ma specialmente per quelli che scendevano dai valloni di Miollet, Orfeuille, e Planaval. Roccie lisciate, aree moreniche in questi valloni provano il più ampio estendersi in altre epoche degli attuali ghiacciai di Château Blanc e di Planaval. Sotto a Revers la poderosa massa di ghiaccio costretta a piegare a nord 60° est ed a restringersi, si elevava, scavava tante terrazze sul versante sinistro, mentre si ampliava a destra e si gettava dall'alto delle rupi di Cossavei sul ghiacciaio principale di Val d'Aosta. Poche valli come la Val Grisanche presentano così ampie potenti traccie del lavoro del ghiacciaio antico che occupava la valle. Il basso della Val Grisanche da Revers allo sbocco può considerarsi come località classica per lo studio delle roccie levigate. Peccato che esse non sieno di serpentina, chè allora alla levigatura si aggiungerebbero anche le strie. Cionullameno a luoghi la roccia presenta scanalature, solchi di certa ampiezza, paralleli, evidentemente dovuti allo strisciare dei ghiacci.

Il ghiacciaio di Val Grisanche comunicava con quello di Val della Thuille per il Colle di Planaval, per molti tratti della costiera del Ruitor, per il Colle tra la Testa di Ruitor ed il Picco di Loydon; con quello d'Interrey valicando il clinale tra la Tour di Tigliet; col ghiacciaio dell'Isère pel Colle di Mont, il Colle del Lago, il Colle delle Cloux, il Colle di Glairetta; con quello di Val di Rhêmes per il Colle di Bassac principalmente.

Ghiacciaio di Val di Rhêmes. — Le grandi masse glaciali del circo originario di Val di Rhêmes comunicavano ampiamente, come comunicano anche attualmente, con quelli di Val Savaranche e Val d'Orco e della Savoia. Dopo una cascata a semicerchio raggiungevano il piano di Lavassei; le roccie di Goletta, di Sotze, di Lavassei sono levigate in grande scala. Le masse glaciali si restringevano in basso; si foggiavano a corrente; erodevano a terrazza le roccie di Fos, Balmaverain, Plan Leiget ed aumentate dai contigenti pervenuti dal burrone e dall'anfiteatro di Fos e da quelli dei valloni di Vaudaletta e Grande Vaudalla ricolmarono il bacino di Thumel dopo una seconda cascata a semicerchio. Le roccie di Chantarre, di Pellous sono fortemente limate.

Altre correnti minori affluivano dai valloni di Entrelavi e di Sort, comunicanti col ghiacciaio di Val Savaranche. E da sinistra rovinavano in cascata i ghiacciai ad erto pendìo di Pellous e di Torrent. I residui morenici sono numerosi ed ampli specialmente sulla destra. La valle stringendosi costringeva ad elevarsi ed a reagire la corrente di ghiaccio; quindi l'elevato livello delle terrazze di erosione di Néquidé e Créton sulla destra. Terrazze d'erosione ben marcate ora rivestite di morenico sono quelle di Cortod, Proussa, Plan Pra.

Più in basso un rilievo di roccia faceva ostacolo alla discesa del ghiacciaio e questo lo arrotondava, lo levigava, e ritirandosi lo lasciò rivestito di morena, è il rilievo su cui sta la chiesa di Rhêmes S.t George. A valle di questo villaggio il ghiacciaio di Val di Rhêmes cadeva su quello principale di Val d'Aosta, dopo aver eroso a piattaforme laterali le roccie di Tâche sulla destra e di Peirette a sinistra. Ad Introd il ghiacciaio di Val di Rhêmes perdeva la sua individualità, si fondeva

in basso col principale, a destra ed a sinistra colle fiumane di ghiaccio di Val Savaranche a Buillet e di Val Grisanche per le Combes.

L'andamento di questi ghiacciai, meglio che dalla lettura di quanto sopra esponemmo, si rileva dallo esame della carta n. 3 (Tavola III) che uniamo al presente lavoro. In essa tentammo, valendoci dello studio delle aree levigate, dei livelli ai quali esse si trovano, dei rivestimenti morenici per riguardo alla loro configurazione e natura litologica, di tracciare l'andamento delle masse di ghiaccio in quell'epoca di massimo sviluppo. Le aree sensa tinta speciale erano sgombre dal ghiaccio, ne erano invece ricoperte quelle colorite in azzurro chiaro, le cascate sono rappresentate da tinta azzurra più scura; i ghiacciai attuali non sono coloriti, ma si rivelano alle ondulazioni addottate come segno convenzionale ad indicare i ghiacciai nelle carte topografiche; le morene sono rappresentate da aree colorite in verde. Questa carta può considerarsi come materiale preparativo per una gran carta del periodo glaciale in Val d'Aosta.

CAPITOLO VII.

I giacimenti antracitiferi della Thuille.

Zona carbonifera in Val d'Aosta. — Già constatammo qual sia il generale andamento dei terreni rappresentanti del carbonifero in Valle d'Aosta. Essi formano una zona non interrotta che in corrispondenza della Dora Baltea è diretta da sud 50° a 60° ovest a nord 50° a 60° est. Questa zona della larghezza media di 2 a 6 chilometri entra in Val d'Aosta, facendo seguito ai terreni carboniferi della Savoia tra il Piccolo San Bernardo ed il Grand Assaly; occupa i bacini d'Arnouva, Thuillette, Bellecombe, basso Ruitor, Ruilard, Interrey sul versante meridionale della gran Valle d'Aosta, il cui *thalweg* raggiunge fra Morgex e Derby. Seguita sul versante settentrionale pel vallone Colomb e Planaval; passa restringendosi ad est pel Col Serena, scende nel vallone delle Bosses a Limassey per Arpettaz e la Testa di Crevacol, passa nel vallone del Gran San Bernardo ed entra in Isvizzera pel Colle Finestra ad ovest del Picco Dronaz.

Ovunque si foggia a sinclinale a strati più inclinati e compressi dal lato di est e sud est, più espansi, meno inclinati, più potenti ad ovest e nord ovest. Le forme petrografiche sono dal basso all'alto grès con schisti neri, poi grès, infine puddinghe. È nelli strati più profondi in concomitanza cogli schisti neri lucenti, che si trovano le lenti di antracite. Questo in generale non è in istrati, ma sibbene in lenti di maggiore o minor potenza, più o meno sviluppate, allineate per intercalazione tra gli strati del carbonifero. Questi poi nelle vicinanze delle lenti antracitiche soffrono qualche contorsione nel loro andamento di direzione, deviazione tanto più marcata quanto più potente è la lente di carbone. Gli schisti neri contengono sempre una certa quantità di sostanza carboniosa. Le lenti di antracite affiorano sul margine ovest e nord ovest del sinclinale. Finora non esistono studî fatti con una certa cura per la ricerca dell'antracite nei valloni del Gran San Bernardo, des Bosses, di Planaval;

però si sa che il carbone minerale vi fu segnalato. Non sono in attività escavazioni di antracite nel versante meridionale di Val d'Aosta fra Morgex e Derby nei valloni d'Harpi, Gonier, Interrey; però anche qui fu trovata l'antracite; difatti nel burrone di Ruilard, faciente parte del vallone Gonier, la Società delle Ferriere di Val d'Aosta iniziò alcuni lavori nel 1857 e l'antracite era di buona qualità, analogo a quello della Thuille; questi lavori oggidì sono rovinati.

Giacimenti della Thuille. — Ma dove gli affioramenti d'antracite si seguono senza scontinuità, acquistano un grande sviluppo è nella Valle della Thuille, dai trinceramenti del Principe Tommaso al Piccolo San Bernardo, in una direzione corrispondente precisamente a quella del margine nord ovest della gran zona carbonifera. Dobbiamo notare però che a nord del torrente Ruitor la direzione devia alquanto dalla regolare nord 60° est-sud 60° ovest e si fa localmente irregolare, prima pel fatto dello spostamento prodottosi per sollevamento e spaccatura corrispondentemente al torrente del Ruitor, per cui gli strati a nord del torrente si sprofondano alquanto e quelli a sud furono portati a maggior elevazione relativa; in secondo luogo per l'ingrossarsi, lo stiparsi delle lenti di antraciti.

Visto l'alto prezzo cui si va incontro in Valle d'Aosta per carbone di legna, stante lo scomparire delle foreste, noi abbiamo creduto che i giacimenti antracitiferi meritassero di essere presi in considerazione, per il vantaggio che ne potrà derivare per l'avvenire all'industria mineraria e ad altre industrie di Valle d'Aosta, specialmente per l'epoca in cui il fischio della vaporiera si ripercuoterà sulle rupi della valle, cosa ancora oggidì un pio desiderio, non ostante che da ben venti anni durino le pratiche. I dati raccolti noi qui riportiamo persuasi che non saranno privi di un certo valore e che potranno col tempo servire a diminuire l'attuale miseria generale della valle.

Le Buic, Créta, Tronchée, Sarrazin, Villaret. — Le prime escavazioni d'antracite nel territorio della Thuille datano dal principio del secolo e si fecero per cottura della pietra da calce; poscia entrò nelle abitudini prima della popolazione della Thuille, poi del personale addetto all'Ospizio del Piccolo San Bernardo di adoperare l'antracite per uso domestico. Queste prime escavazioni si fecero nel modo più semplice e senza alcuna regola dagli abitanti. Nella comba di Buic, Touvet e Granges si estende sul versante orientale una grande foresta, detta a sud foresta del Villaret, poi di Créta, poi del Buic, poi di Feuillette, poi di Tronchée al nord presso i trincieramenti del Principe Tommaso. Questa foresta occupa tutto il versante nella parte sua più ripida prima di raggiungere la terrazza di erosione glaciale su cui stanno i pascoli di Villaret, Créta, Feuillette, la Reduite du Plan de Feuillette, in un piano inclinato salente da sud a nord dominato dalle nude roccie di Monte Colmet. Questo versante imboschito misura presso a poco due chilometri quadrati; si eleva da 1526 metri dal mare, alle case di Buic, a 1800 metri circa sul ciglione di Créta, su uno orizzontale di 500 metri; epperò ha una pendenza media del 54,8 per $^0/_0$. Ad esso versante corrispondono testate di strati a direzione molto irregolare, misurata localmente ai lavori di escavazione, compresi tra sud-nord e ovest 20° nord est 20° sud, salenti tutti da sud a nord ed inclinati generalmente ad est, sud est, e sud; già dicemmo quali sieno le ragioni di queste deviazioni dal regolare andamento direttivo da sud 50° o 60° ovest a nord 50° o 60° est. Da questa disposizione risulta che

gli strati più profondi sono i più settentrionali nella comba del Buic, ed i più giovani sono i più meridionali presso il torrente Ruitor. Questi strati tagliano obliquamente il versante rimontandolo da sud a nord; si addossano gli uni agli altri troncati in alto dall'erosione dell'antico ghiacciaio; talchè risulta ancora che i più estesi saranno i più settentrionali, i meno estesi i più meridionali.

Le lenti si allineano col medesimo andamento e nella verticale di 300 metri abbiamo circa 8 allineamenti alcuni dei quali sono però talmente vicini che possono considerarsi come formanti allineamenti complessi. Nei primi tempi era libero ad ognuno, col permesso del sindaco, di escavare ed asportare per proprio uso l'antracite essendo quel versante di proprietà comunale; la conseguenza si fu che si aprirono innumeri fori di gallerie, le quali scendevano ad est a sud est secondo il piano degli strati; in poco tempo l'acqua di pioggia e d'infiltrazione si accumulava nel fondo di queste gallerie e le rendeva inservibili, quando gli strati dal tetto, non sostenuti con lavori addatti, non si sfaldavano e non crollavano ad otturare e riempire di frantumi le gallerie con manifesto pericolo continuo degli escavatori. Epperò al giorno d'oggi questi lavori si possono considerare come superficiali quantunque alcune gallerie si affondino di alcune diecine di metri. Il sistema stesso di lavoro faceva sì che dopo poco tempo, per mancanza di fondi, pel riattamento delle gallerie invase dall'acqua e franate, queste si abbandonavano e si intraprendevano altri scavi.

Il versante ora descritto in corrispondenza del Buic è solcato da tre canali ripidissimi; a nord del canale più settentrionale si stende la foresta di Buic, cui fa seguito quella delle Tronchée; a sud di esso havvi la foresta di Créta, ed al termine meridionale del versante, ove esso s'incurva per entrare nel vallone del Ruitor, si ha la foresta del Villaret; questi nomi si originano da quelli delle regioni sotto e sovrastanti. Queste indicazioni sono necessarie per intendere ciò che verremo or ora esponendo, notizie trasmesse a noi dall'ingegnere Santelli.

« Il 3 maggio 1848 la signora Giulia Gerbore, nata Defey, domiciliata ad Aosta, fece domanda di una concessione d'antracite nella Comune di La Thuille, regione Villaret; i lavori si estendono a 15 metri di profondità eseguiti da Giovanni Maria Martinet nella proprietà di Pietro Germain, come risulta da atto di cessione di diritto del 9 dicembre 1840, e vendita del terreno per atto 3 novembre 1842. Questi lavori furono eseguiti in continuazione di una galleria aperta nel 1840 dai signori Martinet e Germain. La concessione è ancora attualmente degli eredi Gerbore, ma la escavazione è abbandonata.

« La famiglia dell'avvocato Giulio Martinet ottenne il 7 giugno 1849 una concessione di 54 ettari, 53 ari, 52 centiari nella regione Créta. Ivi l'escavazione si fa ancora oggigiorno ed in questa regione trovasi il maggior numero di lavori. La casa Martinet fece una convenzione sociale coi fratelli Jacquemod, della Thuille, i quali lasciano fare le escavazioni dell'antracite ai particolari della Thuille mediante il pagamento di un diritto di L. 0,02 per miriagramma di minerale estratto.

« Il 23 aprile 1852 il signor Pietro Anselmo Vauterin, domiciliato alla Thuille, ottenne una concessione di 85 ettari, 60 ari, 22 centiari, nella regione del Buic, che cedette in seguito per atto notarile alla società Martinet-Jacquemod. In questa località si fecero lavori, e sono i più bassi ed i più settentrionali, ma pare che ora siano

abbandonati. Ma sulla direzione di questi e nella istessa concessione si sono aperti i lavori della Tronchée più al nord e più in alto ».

Oltre a questi, altri lavori si eseguirono e furono abbandonati, poi ripresi a diversi periodi tra il Villaret e Créta alla regione Sarrazin, che cadrebbero però ora nella concessione della società Martinet-Jacquemod.

I nostri studî fatti nel 1873, nel 1877 e nel 1878 si riferiscono specialmente a questi giacimenti delle regioni Villaret, Sarrazin, Créta, Feuillette, Buic e Tronchée, dove più frequenti, più concentrate, più ampie sono le lenti antracitiche.

Primo allineamento; Buic. — Cominciamo dal più basso degli affioramenti; esso è quello di Buic, appena sopra alle case di Buic (metri 1526) nel burrone più settentrionale. La galleria di escavazione è a metri 1704 sul mare, quindi elevato di 178 metri sulle case del Buic. In questi 178 metri di verticale affiorano cinque banchi di roccie antracitifere, che si succedono dal basso all'alto nell'ordine seguente:

1. Grès antracitifero comune per circa 30 metri.
2. Schisto nero per 6 metri.
3. Grès antracitifero a grana più grossa per 20 metri.
4. Schisto grigio lucente per 15 metri.
5. Grès antracitifero per 107 metri.

La direzione della lente antracitica è ad est 20° sud con una inclinazione di 27° a sud. Misura nel suo massimo spessore 2 metri di potenza di carbone, intercalato con noduli e filetti quarzosi e di grès. Essa misura nello sviluppo di stratificazione una cinquantina di metri per la porzione scoperta. Escavata nel 1877 fu poi abbandonata; l'antracite è di terza qualità, a seconda l'apprezzamento degli scavatori e dei compratori, e si vendeva da 8 a 10 centesimi al miriagramma al deposito del Buic. L'escavazione annua ammontava a 200 tonnellate.

La lente riposa sul grès antracitifero passante allo schisto nero ed è ricoperta da schisto nero fogliettato e pieghettato. L'analisi fatta al laboratorio chimico della Scuola d'applicazione per gl'ingegneri in Torino diede i seguenti risultati:

Acqua igroscopica	0,018
Materie volatili	0,035
Carbonio fisso	0,776
Ceneri	0,171
Solfo	traccie
	1,000
Piombo ridotto in grammi	25,690
Calorie risultanti	5 818

Per l'aspetto esterno l'antracite di questo affioramento è a placche, a scaglie di 5 a 10 millimetri, irregolari, impastate e strettamente aderenti le une alle altre, molto lucenti, untuose; le scaglie nell'interno presentansi formate da una pasta nero-appannata fina, con una quantità di frammenti poliedrico-irregolari lucenti, impigliati

nella pasta, come se questo carbone fosse stato soggetto ad un lavoro di frantumazione e successivo rimpasto, per cui una parte di esso, ridotto in pulviscolo sotto pressione, diede la pasta nera appannata e frammenti maggiori lucenti furono inglobati nella pasta.

Per l'escavazione di questa lente si aprirono più a sud, ad una quarantina di metri di distanza, altre due gallerie abbandonate da trent'anni, perchè franata la prima e mal diretta la seconda. Epperò noi possiamo arguire che nello interno la lente debba estendersi molto oltre ai 50 metri accennati più sopra. Sul suo seguito a nord non si fecero scavi. La direzione delle roccie incassanti in queste gallerie abbandonate è ad est 30° sud con una inclinazione di 10° a sud.

Secondo allineamento: Créta-Tronchée. — A sud del burrone, quindi nella regione Créta, a 1735 metri sul mare, 31 metri più in alto, trovasi il secondo allineamento di lenti antracitiche. I 31 metri tra il primo e il secondo allineamento sono rappresentati da grès antracitifero e da schisti neri.

Questa lente riposa su schisti grigio-scuri, lucenti, micacei, con un po' di pirite ed è ricoperta da schisti lucenti grigio-chiari. Gli strati sono contorti. Lo spessore della lente è di 2 metri; la sua direzione è a nord 55° est con una inclinazione di 30° a sud. Furono abbandonati i lavori nel 1863 e poi ripresi nel 1877; la causa dell'abbandono temporario fu l'infiltrazione delle acque. Il suo antracite è considerato sul luogo di prima qualità, quantunque l'analisi conduca ad un apprezzamento diverso. Ecco i risultati analitici ottenuti da due campioni di questo antracite:

	I.	II.
Acqua igroscopica	0,067	0,050
Materie volatili	0,038	0,010
Carbonio fisso	0,690	0,706
Ceneri	0,205	0,234
Solfo	0,005	traccie
	1,000	1,000
Piombo ridotto in grammi	23,990	22,383
Calorie risultanti	5 433	5 069

L'antracite di questo secondo allineamento è a grosse scaglie accartocciate, dello spessore di 2 a 7 centimetri, a struttura frammentaria nell'interno, pasta nera appannata, grossolana, con frammenti scagliosi luccicanti; la superficie lucentissima come spalmata di vernice nera, talora ancora giallo-rossastra, iridescente per idrossido di ferro; presenta in più larga scala le accidentalità dell'antracite precedente.

Dobbiamo considerare come dipendente da questo secondo allineamento il giacimento della Tronchée più a nord, e a 1812 metri sul mare. La lente della Tronchée ha circa 2 metri di spessore, è diretta a nord 75° est, con una inclinazione di 26° a sud; riposa sul grès passante allo schisto ed è ricoperto da schisti grigi con granuli

quarzosi. Questo giacimento si lavora solo dal 1875. L'antracite presenta presso a poco gli stessi caratteri di quello precedente e l'analisi diede i seguenti risultati:

	I.	II.
Acqua igroscopica	0,078	0,052
Materie volatili	0,017	0,009
Carbonio fisso	0,688	0,657
Ceneri	0,217	0,282
Solfo	traccie	traccie
	1,000	1,000
Piombo ridotto in grammi	23,718	22,153
Calorie risultanti	5 372	5 017

Terzo allineamento: Créta. — Il terzo livello è separato dal secondo da soli 7 metri in verticale di grès e di schisto grigio-scuro, lucente. È sempre nella regione Créta ed all'altezza, alla galleria di estrazione, di 1742 metri sul mare. La lente ha una potenza di metri 1,70, ed il carbone vi è di prima qualità, molto meno scaglioso, più compatto dei precedenti; è formato da una massa nera appannata con frammenti impastati e nero lucenti; ha grande analogia coi carboni agglomerati artificialmente molto compatti. L'analisi diede i seguenti risultati:

Acqua igroscopica	0,035
Materie volatili	0,017
Carbonio fisso	0,810
Ceneri	0,138
Solfo	0,002
	0,992
Piombo ridotto in grammi	25,917
Calorie risultanti	5 870

L'analisi in questo caso va d'accordo coll'apprezzamento locale. La direzione della lente è come quella del secondo livello, come pure identica ne è l'inclinazione; gli è per ciò che noi consideriamo il 2° 3° 4° livello come facienti parte di un solo grande allineamento complesso. La lente posa sullo schisto grigio scuro poco lucente ed è ricoperta dallo schisto nero lucentissimo.

Quarto allineamento: Créta. — Il quarto livello trovasi a metri 1750 sul mare, cioè ad 8 metri sopra il terzo, costituiti quegli 8 metri in verticale da schisti neri e grés. La qualità dell'antracite è molto variabile, come variabile è lo spessore della massa antracitica, arrivando al massimo di metri 2,50, e scendendo fino a 0,15. La massa è interrotta da reticolature quarzose e lenti di grés. La galleria di estrazione è crollata e ripiena d'acqua verso il massimo di potenza della lente. La lente posa sullo schisto grigio poco lucente, ed è ricoperta dallo schisto grigio passante al

grés. La sua direzione è a nord 40° est con una inclinazione di 21° a sud. L'antracite vi è scaglioso, fragilissimo, a lucentezza quasi metallica, iridescente, ed in alcuni punti della massa si divide, normalmente alle scaglie, in frammenti prismatici.

L'analisi diede:

Acqua igroscopica	0,036
Materie volatili	0,056
Carbonio fisso	0,740
Ceneri	0,168
Solfo	0,003
	0,993
Piombo ridotto in grammi . .	25,510
Calorie risultanti	5 778

Come produttore di calore quest'antracite sarebbe di buona qualità, quantunque si consideri inferiore di valore per la sua estrema magrezza, e per la facile disaggregabilità che espone a perdite rilevanti nel trasporto.

Quinto allineamento: Créta. — La lente del quinto livello quantunque formata di antracite di seconda qualità, pure acquista grande importanza per le sue dimensioni. Essa è attraversata, non ad esaurimento, da una galleria di circa 40 metri, al fondo della quale si presenta una fronte di taglio di puro carbone di 2 metri; ma lateralmente una galleria di rimonta sale al nord, ed entra in un ammasso di quasi cinque metri di potenza tutto carbone; questa rimonta nuovissima non è ancora uscita dalla lente per quanto vi si addentri per una ventina di metri. La direzione della lente è a nord 63° est con una inclinazione a sud di 40°. Posa la lente su uno schisto nero fissile, lucentissimo, ricco anch'esso di sostanza carboniosa tanto, che l'analisi diede i seguenti risultati:

Acqua igroscopica	0,008
Materie volatili	traccie
Carbonio fisso	0,242
Ceneri	0,750
Solfo	traccie
	1,000
Piombo ridotto in grammi . .	8,037
Calorie risultanti	1 891

L'istessa roccia serve di tetto. L'antracite vi è a larghe piastre a superficie rilucente, nera, scanalata; queste piastre hanno fino a 40 e 50 centimetri di lunghezza su 30 e 40 di larghezza; da un lato si assottigliano, ma dal lato opposto hanno fino a 4 centimetri di spessore; nell'interno l'antracite è fragile, divisibile in frammenti pseudo-poliedrici per fratture normali alle lastre. Contiene alcune volte dei noccioli

molto più duri, lamellari, che sotto il colpo del martello lasciano un alveolo netto, di una lucentezza metallica; sul luogo li chiamano *chataignes du charbon.* L'analisi di questo antracite diede:

	I.	II.
Acqua igroscopica	0,050	0,077
Materie volatili.	0,003	0,005
Carbonio fisso.	0,726	0,719
Ceneri.	0,221	0,199
Solfo.	0,005	0,005
	1,005	1,015
Piombo ridotto in grammi	25,040	24,650
Calorie risultanti	5 675	5 583

La varietà II è detta sul luogo *bien soufré;* difatti tra le lastre non è infrequente la pirite. Dà da 1000 a 1200 tonnellate all'anno.

Questo bel giacimento trovasi a metri 1777 sul livello del mare. Al disopra di esso siamo al limite superiore del versante imboschito. Ci conviene quindi scendere a sud per trovare gli affioramenti superiori.

Sesto allineamento: Sarrazin. — Il sesto livello è detto di Sarrazin. Sul ciglione quasi del versante si escava da due anni un bell'antracite di 2ª qualità, metalloideo, brillantissimo, molto analogo a quello del quinto livello, a frattura poliedrica. La lente si dirige a nord inclinando all'est di 23°. Si chiama questo giacimento la Nouvelle Sarrazin; per distinguerlo dalla Vieille Sarrazin o Grand Filon, oggidì esaurito; questo fu il primo sito escavato dal principio del secolo e diede oltre a 15000 tonnellate di carbone; veramente non puossi dire che sia esaurito questo giacimento, ma piuttosto inservibile perchè franato, giacchè la Nouvelle Sarrazin devo essere aperta nella medesima lente che si svilupperebbe per 200 o 300 metri nell'interno. Lo spessore di quello escavato è da 2 a 3 metri. Il riposo ed il tetto sono rappresentati da schisti lucenti grigio-scuri. La Nouvelle Sarrazin è a metri 1655 e la Vieille a 1645.

Settimo ed ottavo allineamento: Villaret. — A sud di questo affiorano i livelli settimo e ottavo, del Villaret, sovrapposti l'uno all'altro coll'intervallo di 10 metri di schisti neri. Presentano un antracite eminentemente magro e metalloideo, friabile, rosseggiante per piriti decomposte, riposante su schisti e da essi coperto. Il settimo livello è diretto a nord inclinante ad est di 23° come pure l'ottavo; il settimo è attraversato da una galleria di 30 a 40 metri e presenta una fronte di taglio di metri 1,50 con numerosi filetti di grés; l'ottavo si presenta con egual potenza ed accidentalità, e ricco di piriti. I due allineamenti riuniti formano la concessione Gerbore. Non abbiamo le analisi di questi antraciti, ma sono estremamente magri e di qualità scadente. Risulta che l'antracite va via via acquistando in magrezza dal basso all'alto.

Affioramenti a sinistra del torrente Ruitor. — Passando ora agli affioramenti a sinistra del torrente Ruitor, questi sono più elevati, pel fatto di sollevamento e lacerazione cui già accennammo più volte. Il nome di Terre Nere ci

indica la presenza degli schisti lucenti antracitiferi, cui sono intercalate le lenti di carbone. È nelle regioni di Planey, Garin, Terre Nere, Goletta, Tour, Crételet, Belvedere, al Piccolo San Bernardo, e, passando in Savoia, nella Bellecombe, al Plan Quendo che si allineano verso sud ovest gli affioramenti antracitiferi, in condizioni di giacitura pressochè identiche a quelle dei giacimenti della Thuille. Gli schisti neri presso l'Ospizio del Piccolo San Bernardo sono ricchi di impronte vegetali carboniose, nere e non talcose argentine come quelle di Savoia.

Goletta e Terre Nere. — Nella foresta della Goletta, a Planey e Garin ed in altri luoghi si escava antracite analogo a quello degli affioramenti più bassi del Buic e di Créta; molte escavazioni furono abbandonate per la perdita ragguardevole nel trasporto.

Sopra ai *chalets* delle Sûches una grossa lente è al margine superiore della foresta sull' allineamento di Terre Nere; potenza di metri 2,50; carbone analogo a quello degli allineamenti 3°, 4° e 5° già studiati. Il giacimento fu abbandonato per la spesa grave di trasporto. Presso alle Terre Nere si fa l'escavazione in inverno e si discende il carbone sulle slitte.

Crételet. — Riguardo ai giacimenti del Crételet, ora abbandonati, pare a causa delle infiltrazioni acquee, ecco ciò che ci comunica l'ingegnere Santelli.

« L'11 ottobre 1859 il senatore Elzéard Gachet domiciliato ad Aosta ottenne la concessione delle miniere d'antracite, situate nella regione detta Crételet, comune della Thuille. Questa concessione ha una superficie di 260 ettari, ed è delimitata da un quadrilatero così determinato. Partendo dalla Punta della Grande Tête si dirige il primo lato, di una lunghezza di 1288 metri, all'estremità nord della Cresta del Dosso Terre Nere; da questo il secondo lato, della lunghezza di 1860 metri, va fino alla Punta del Belvedere; da questa il terzo lato, di 1596 metri, va alla Punta di Freduaz; infine da questa il quarto lato, di 1780 metri, ritorna alla Punta della Grande Tête.

« Il terreno in cui il signor Gachet fece eseguire altre volte delle ricerche appartiene alla formazione dei terreni antracitiferi e si compone principalmente di schisti grigiastri ed argillosi. La direzione degli strati è assai variabile ed in massima da nord est a sud ovest con inclinazione a sud est. In questo terreno che corona l'altezza dei colli che si trovano a sinistra del torrente del Ruitor e della regione Crételet, ad una elevazione di un centinaio di metri sopra il Piccolo San Bernardo, si trovano allo scoperto le traccie di uno strato di antracite, di metri 0,80 di spessore, chiuso in strati bituminosi molto piritosi, che può seguitarsi per una lunghezza di 200 metri circa. Il sig. Gachet vi fece aprire qualche trincea ed una galleria di qualche metro. L'antracite si presenta in questa località in forma di strati d'uno spessore di 80 centimetri, e diretto da nord est a sud ovest e poco inclinato verso sud est. Questo antracite è un po' piritoso e di un peso specifico considerevole. La posizione di questa concessione è tale che non vi si può lavorare che due o tre mesi dell'anno. Ecco copia di un'analisi che si fece fare dell'antracite di questa concessione dal prof. Sobrero alla Scuola d'applicazione degli ingegneri in Torino nel 1859.

« Questo combustibile è un antracite che, quanto a caratteri esterni non differisce dalli molti altri che già furono esaminati in questo laboratorio, provenienti dalla medesima regione della Thuille.

« In due determinazioni si ottenne il risultato seguente:

Carbonio		72,20
Ceneri		22,50
Materie volatili	Acqua	3,83
	Materie combustibili.	1,47
		100,00

« Questo combustibile rappresenta poco più di 72 % del suo peso di carbonio puro. Esso è tra i migliori che finora provennero dalla Thuille, che in generale contengono materie terrose. Questo combustibile contiene una notevole proporzione di solfuro di ferro. Le ceneri contengono sesquiossido di ferro ».

TRAVERSETTE E BELVEDERE. Presso alle Traversette esaminammo nel 1877 un giacimento, in cui si erano fatti lavori per conto dell'Ospizio nel 1865 e dai lavoranti della strada internazionale. La direzione degli strati o della lente è da nord 35° est a sud 35° ovest, con inclinazione a sud 35° est di 31°; lo spessore della lente è di metri 1,50. Ora è abbandonato; dicesi anche giacimento del Belvedere. Ecco l'analisi eseguita nel 1878:

Acqua igroscopica	0,002
Materie volatili	0,000
Carbonio fisso	0,667
Ceneri	0,321
Solfo	traccie
	1,000

Piombo ridotto in grammi	22,018
Calorie risultanti	4987

È un carbone magrissimo e di seconda qualità.

Presso l'Ospizio l'antracite affiora su una linea di 300 metri in diversi piccoli burroni con metri 0,40 a 1,50 di spessore. Istessa qualità del precedente. Per servizio dell'Ospizio viene ora estratto dalla regione detta Tour a fianco della Testa del Chargeur oltre il torrente dell'Eau Rouge. Havvi una lunga galleria ed una fronte di taglio di metri 1,80 a 2,50. È un antracite analogo a quello del Crétélet. Ecco l'analisi fatta nel 1878:

Acqua igroscopica	0,064
Materie volatili	0,015
Carbonio fisso	0,735
Ceneri	0,186
Solfo	traccie
	1,000

Piombo ridotto in grammi	23,658
Calorie risultanti	5 358

A maggior chiarezza di quanto sopra esponemmo uniamo un piano dei giacimenti della Thuille, indicandovi la posizione degli affioramenti, ed una sezione verticale attraverso lo stesso piano (Vedi Tav. VI).

Particolarità tecnico-economiche. — Ora ci si permetta di entrare in alcune particolarità economiche. Vedemmo come l'escavazione si faccia in modo affatto primitivo, e come per ciò appunto e per la disposizione stratigrafica delle roccie incassanti e delle lenti non si possano approfondare i lavori per utilizzare ed esplorare i giacimenti a grandi profondità; come dopo certo tempo le gallerie si otturino e si rendano inservibili o per riempimento di acque o per franamenti. In seguito a ciò, ed anche per la poca richiesta, l'escavazione dell'antracite non raggiunge quella cifra di tonnellate che sarebbe compatibile colla ricchezza ed ampiezza dei giacimenti.

L'annuale escavazione alla Thuille, non compresa quella per servizio dell'Ospizio del Piccolo San Bernardo, oscilla fra le 1500 e le 2000 tonnellate. Di queste un 400 circa sono consumate sul luogo per uso domestico e per cottura della pietra da calce, e, se vi aggiungiamo un centinaio di tonnellate consumate dall'Ospizio, abbiamo un complessivo di 500 tonnellate di consumo locale. Le altre 1500 tonnellate sono comperate dai negozianti-conducenti al prezzo di L. 0,08 a L. 0,10 il miagramma dai particolari, preso però non alla bocca di scavo, ma sibbene al deposito del Buic. L'antracite condotto abbasso è venduto da L. 0,25 a L. 0,28 ad Aosta e vicinanze per uso di forni da calce, in piccola quota per consumo domestico. Una piccola quantità di antracite giunge fino a Montaldo Dora presso Ivrea, ove si vende al prezzo medio di L. 0,35 al miriagramma per uso dei forni da calce. Non sappiamo che l'antracite si esporti più lungi di Ivrea.

Il lavoro di escavazione non è continuo, ma si fa solo quando havvi maggior richiesta, ovvero quando altri lavori non impiegano l'attività della parte maschile della popolazione della Thuille. Ogni particolare può escavare l'antracite pagando un canone di L. 0,02 al miriagramma ai concessionarî. Laonde che dal prezzo cui si vende alla Thuille di L. 0,10 conviene diffalcare L. 0,02 di canone. I lavori di estrazione così semplice non esigono grande spesa e possiamo calcolarla in L. 0,01 per miriagramma. Il trasporto è forse la parte più onerosa; si fa su slitta e su sentieri da slitta molto mal costrutti ed anche pericolosi, ecco la ragione per cui, oltre che per la maggior libertà, si lavora piuttosto d'inverno; la discesa del carbone con slitte sulla neve è molto più facile.

Un operaio può escavare e trasportare in basso da 25 a 30 miriagrammi al giorno; calcolando per conseguenza a L. 0,06 il guadagno per miriagramma, la faticosa giornata dello escavatore di antracite arriva appena a dare un lucro di L. 1,50 a L. 1,80.

Vediamo poi che commercialmente parlando l'antracite comprato a L. 0,10 al miriagramma alla Thuille si rivende a L. 0,25 ad Aosta. Ecco quindi come la spesa di trasporto per circa 42 chilometri, insieme col poco guadagno che fanno i rivenditori, supera quasi del doppio il valore reale dell'antracite. Laondechè se la costruzione della ferrovia Ivrea-Aosta non si effettua, è inutile sperare un conveniente smercio in grande nella pianura del Po, fuori della Valle d'Aosta.

Dobbiamo però pensare che il prezzo del carbone di legna va continuamente

aumentando e che verrà epoca in cui per forza bisognerà ricorrere ai giacimenti antracitiferi non solo per aver combustibile a miglior mercato, ma ancora perchè non sarà più possibile la scelta, pel rapido scomparire delle foreste valdostane. Non è nostro compito di svolgere ora considerazioni su ciò che si dovrebbe fare per utilizzare nel miglior modo possibile questi giacimenti. Ci limitiamo a segnalare l'esistenza di una grande mole di combustibile che potrà col tempo costituire un benessere per la Valle d'Aosta, sia pel commercio diretto di esso, sia per il movimento di danaro necessario per l'estrazione, sia perchè si potranno far rivivere ed attivare molte industrie che hanno bisogno di combustibile potente e non a gran prezzo.

Esplorati beni i giacimenti e calcolatane la ricchezza, questi giacimenti si presentano superiori in valore a quelli di Savoia, sparpagliati su grande area ed a grandi distanze gli uni dagli altri, mentre che qui sono concentrati in una o poche località. I giacimenti della Thuille sovraincombono ad una bella e comoda strada carrozzabile e la discesa a questa non è lunga, nè onerosa molto. Per riguardo alle qualità dell'antracite troviamo alla Thuille questi massimi e questi minimi:

	Massimo	Minimo
Carbonio fisso . . .	0,776	0,657
Ceneri.	0,282	0,138

Quindi una media di carbonio fisso di 0,7165 e per le ceneri di 0,210. Nella Savoia l'antracite di Lemure presenta la seguente composizione (Regnault):

Carbonio	89,77
Idrogeno	1,67
Ossigeno ed azoto.	3,99
Ceneri	4,37
	99,80

Quello di Macôt (Regnault):

Carbonio	71,49
Idrogeno	0,92
Ossigeno ed azoto.	1,12
Ceneri	26,47
	100,00

La media fra questi antraciti, i migliori della Savoia, sarebbe:

Carbonio	80,63
Idrogeno	1,295
Ossigeno ed azoto	2,555
Ceneri.	15,42
	99,940

I nostri antraciti non sono quindi gran che inferiori di merito pel quantitativo di carbonio e di ceneri. In confronto poi coi carboni svizzeri, i nostri sono superiori; difatti in quelli troviamo fino al 48,10 % di ceneri ed un minimo di carbonio di 43,90 per %, una media di 59,44 di carbonio e di 32,18 di ceneri (Morin). Parci quindi che i nostri grandiosi giacimenti di antracite di seconda qualità debbano essere presi in considerazione, fortunati se questi pochi cenni avranno condotto a questo risultato.

Sarà nostra cura radunare tutti quei materiali che potranno servire a tessere col tempo un'accurata e completa descrizione dei giacimenti antracitiferi delle Alpi occidentali.

INDICE

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE.

Tavola I. Carta geologica delle Alpi Graie settentrionali, versante italiano.

Questa carta è ridotta all' $^1/_{114286}$ dalla gran carta dello Stato Maggiore all' $^1/_{50000}$. La riduzione ad una scala minore avrebbe richiesto il sacrifizio di certi dettagli petrografici di non lieve importanza, quali per esempio, i lembi di terreni secondarî.

Abbiamo creduto conveniente estendere la coloritura al sud est oltre all'area di studio, argomento della Memoria, per raggiungere i terreni cristallini antichi, onde rendere palese il rapporto di posizione tra questi e i terreni cristallini recenti.

Le distinzioni petrografiche per ogni zona geologica risultano dalla leggenda delle tinte e segni convenzionali annessa alla carta, leggenda che serve pur anche per l'interpretazione degli spaccati o delle sezioni verticali.

Le linee rosse numerate segnano l'andamento di questi spaccati.

I giacimenti di materiali utilizzabili vi sono indicati con lettere e speciale leggenda.

Nel lavoro di riduzione si introdussero tutte le correzioni che risultavano necessarie dallo studio pratico delle località, specialmente per lo sviluppo attuale delle masse glaciali.

Tavola II. Carta oro-idro-stratigrafica delle Alpi Graie settentrionali versante italiano.

Questa carta ha per iscopo di porre in rilievo l'intimo rapporto tra l'andamento delle stratificazioni coll'andamento delle valli e dei valloni, e serve specialmente ad illustrazione delle terze parti degli studî stratigrafici dei capitoli I, II, III e IV.

La riduzione è la stessa come per la carta geologica.

Tavola III. Carta delle Alpi Graie settentrionali (versante italiano) durante il periodo glaciale.

Questa carta è costrutta colle numerose determinazioni altimetriche fatte sull'area di studio delle località presentanti roccie levigate, rivestimenti morenici, e massi erratici di natura litologica diversa da quella delle roccie formanti la montagna.

È destinata ad esplicazione ed illustrazione del capitolo VI.

Tavola IV. Spaccati geologici dal n. I al n. IX per le valli di Rhêmes e Grisanche.

Questa tavola serve ad illustrazione della parte stratigrafica dei capitoli I e II. Gli spaccati n. I e n. IV normali all'andamento direttivo degli strati mettono in evidenza il loro regolare sovrapporsi da sud est a nord ovest. Lo spaccato n. II dimostra la sovrapposizione degli stessi terreni nel cambiamento di direzione corrispondentemente allo sbocco di Val di Rhêmes. Lo spaccato n. III mostra sempre la regolare sovrapposizione degli strati, complicata però da una leggiera curva spaccata. Lo spaccato n. V mette in evidenza la falsa concordanza di stratificazione dei terreni secondarî per rispetto ai terreni cristallini recenti. Gli spaccati n. VI, VII, VIII e IX dimostrano la sovrapposizione dei terreni in Valgrisanche e l'anticlinale spezzato corrispondente al *thalweg*.

Tavola V. Spaccati geologici dal X al XVI per la Val Grisanche, i valloni secondarî e Val della Thuille.

Lo spaccato X dimostra la discordanza tra i lembi antracitiferi e secondarî e le sottoposte roccie cristalline in Val Grisanche e serve specialmente ad illustrazione dello studio stratigrafico del capitolo II.

Gli spaccati geologici XI e XII servono ad illustrazione dello studio stratigrafico del capitolo III.

I due spaccati mettono in evidenza:

1. La teorica disposizione in sinclinale delle roccie cristalline recenti:
2. La reale disposizione in sinclinale dei terreni antracitiferi;
3. La regolare soprapposizione delle tre forme petrografiche della zona antracitifera.

Lo spaccato n. XIII dimostra la disposizione in sinclinale ipotetica pei terreni cristallini recenti e reale pei terreni antracitiferi, la discordanza stratigrafica con essi dei terreni secondarî, la regolare intercalazione delle roccie magnesiache ai calceschisti sul versante sinistro di Val della Thuille, la regolare sovrapposizione delle tre forme petrografiche dei terreni antracitiferi.

Gli spaccati XIV e XV dimostrano l'ineguale sviluppo e la diversa inclinazione degli strati antracitiferi a nord ovest e a sud est della linea sinclinale.

Lo spaccato n. XVI dimostra lo spostamento per spezzatura degli strati ad antracite.

Gli spaccati dal XIII al XVI servono ad illustrazione dei capitoli IV, V, VII.

Tavola VI. Piano dimostrativo del giacimento antracitifero presso la Thuille.

Serve di esplicazione al capitolo VII.

Tavola VII. Veduta del M. Favre.

Questa tavola è riprodotta in tinte da un disegno contenuto nell' atlante dell' opera del signor Favre: *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piemont et de la Suisse, voisines du Mont Blanc.*

Questa veduta serve a dimostrare come la forma del Mont Favre riproduca fedelmente l'andamento stratigrafico dei calceschisti di cui è costituito.

Dobbiamo ringraziare il sig. Favre di averci autorizzati a fare la riproduzione di questo disegno e di quello della Tav. VIII, e l'amico pittore Balduino di avere avuto la cortesia di assumersi il lavoro di riprodurli in tinte.

Tavola VIII. Il lago del Ruitor colla veduta del Grande e Piccolo Assaly, da un disegno dello stesso atlante del Favre.

Questa tavola serve a mettere in rilievo il pendío ripido del Grande e Piccolo Assaly a sud est, in corrispondenza delle testate di strati rialzantisi contro la ellissoide del Gran Paradiso.

M. BARETTI
CARTA GEOLOGICA
DELLE
ALPI GRAIE SETTENTRIONALI
(Versante italiano)
Scala di 0,0075 per Chilometro
Entrèves
Val Veni
M. Chetif
La Saxe
Dollone
Courmayeur
Lac Combab
Tête del'Arp
V. de l'Arp
Crammont
Allée Blanche
M. Fortin
Pré S.t Didier
Morgex
Dora
Baltea
Derby
Colle Chavannes
P. Lechaud
G. Chavannes
G. du Breuil
Col Broglio
G. du Bruglie
Thuille
Valle della
Vallon de Trava
M. Carvetta
Mont Broglio
Vallon du Ruitor
Lac Verney
Lance Branlette
Combe des Pontelles
G.d'en haut
Lac Ruitor
M. Paramont
Glacier de
P. Valaisan
P. Rousse
Col de la Loys
Les Envergneuses
Villeneuve
Liverogne
Introd
Rhêmes S.t George

Segni convenzionali

Terreni cristallini antichi

- Graniti Gneiss antichi

Terreni cristallini recenti

- Gneiss recenti
- Micaschisti
- Calceschisti
- Quarziti
- Calcari cristallini
- Serpentini
- Serpentini schisti
- Anfiboliti
- Anfiboloschisti

Terreni antracitiferi

- Schisti neri
- Grès Antracitiferi
- Puddinghe

Terreni secondari ?

- Calcari dolomitici, semi=cristallini e compatti
- Gessi
- Quarziti

Roccie di decomposizione

- Tufi e Carniole

Terreni Quaternari

- Morenici
- Alluvioni
- Coni di deiezione
- Ghiacciai

Direzione spaccati

P. Loydon
Bec du Lac
Col Sachère
B. du Mont
Col du Mont
P. l'Archebone
G. Cruelune
G. du Quart
Bec Percia
Col Serra
G. de Tavella
Mont Sassière
Glacier de Sassière
Col Bassac
Glacier Bassac
Granta Parei
Col Rema
P. de Calabre
Glacier Basagne
Vallon Rosset
Colle Nivolet
Nivolet
Piano Nivolet
Pont
T. Meyes
P. Vaudaletta
R. Vaudaletta
La Goletta
Glacier de Foss.
Glacier du Chalet
Becca Invergnun
Rhêmes N. D.
Valle di Rhêmes
Valle della Savara
Savaranche
Charanche
P. Bioula
R. Bioula
Valgrisanche
Valle
Becca Tos
R. Vielle
Comba du Lac
Fornets
R. de Bone
T. M. Forciat

Cave e Miniere

Mg	Talco
A	Amianto
T	Torba
a	Antracite
Pba.	Piombo argentifero
Sb	Antimonio
Cu.	Rame
Pi	Pirite
Fe	Ferro magnetico e pirrotina
Fe.L.	Ferro limonitico

lit. F.lli Doyen.

M. BARETTI
CARTA GEOLOGICA
DELLE
ALPI GRAIE SETTENTRIONALI
(Versante italiano)
Scala di 0,0075 per Chilometro
Segni convenzionali
Terreni cristallini antichi
Graniti Gneiss antichi
Terreni cristallini recenti
Gneiss recenti
Micaschisti
Calceschisti
Quarziti
Calcari cristallini
Serpentini
Serpentini schisti
Anfiboliti
Anfiboloschisti
Terreni antracitiferi
Schisti neri
Grès Antracitiferi
Puddinghe
Terreni secondari?
Calcari dolomitici, semi=cristallini e compatti
Gessi
Quarziti
Roccie di decomposizione
Tufi e Carniole
Terreni Quaternari
Morenici
Alluvioni
Coni di deiezione
Ghiacciai
Direzione spaccati
Cave e Miniere
Talco
Amianto
Torba
Antracite
Piombo argentifero
Antimonio
Rame
Pirite
Ferro magnetico e pirrotina
Ferro limonitico
Entrèves
Val Veni
La Saxe
Dollone
Courmayeur
Pré St. Didier
Morgex
Dora Baltea
Derby
Villeneuve
Introd
P. Lechaud
Col Broglio
Mont Broglio
Lance Branlette
P. Valaisan
P. Rousse
P. Loydon
P. l'Archeboue
Glacier de Ruitor
Valle di Rhemes
Glacier de Sassière
Mont Sassière
Col Bassac
Col Rema
P. de Calabre
Glacier Bassagne
Vallon Rosset
Colle Nivolet
Savaranche
Glacier du Chalet
Glacier de Foss
Valgrisanche
Col Serru
Bec du Lac
Col Sachère

M. BARETTI
CARTA
ORO-IDRO STRATIGRAFICA
DELLE
ALPI GRAIE SETTENTRIONALI
(Versante italiano)
Entrèves
M. Chetif
La Saxe
Dollone
Courmayeur
T. Victoire
Val Veni
Lac Comba
Allée Blanche
Tete de l'Arp
V. de l'Arp
Grammont
Pré S. Didier
Morgex
Dora Baltea
Derby
M. Fortin
M. Favre
C. de Plan
Combe de Youla
Colle Chavannes
P. Lechaud
Col Broglio
Mont Broglio
M. Ciapvetta
Combe des Chavannes
V. Orgève
Valle della Thuille
La Thuille
Vallon de Trava
V. d'en haut
V. de Fraché
Liverogne
Villeneuve
Introd
Lac Verney
Lance Branlette
Colle P. S. Bernardo
Vallon du Ruitor
Combe des Fontelles
Lac Ruitor
M. Paramont
Tour de Tlighet
Revers
Les Envergneures
P. Valaisan
P. Rousse
Col de la Louye Blanche
Becca Chamin
Rhêmes S. George
Glacier de

Segni convenzionali

Valli, tratti di valli e valloni perpendicolari all'andamento degli strati

Valli, tratti di valli e valloni paralleli all'andamento degli strati

Valli, tratti di valli e valloni obliqui all'andamento degli strati

Andamento stratigrafico dei terreni cristallini antichi

Andamento stratigrafico dei terreni cristallini recenti

Andamento stratigrafico dei terreni antraciliferi

Andamento stratigrafico dei terreni secondari ?

Scala di m. 0,0075 per 100 metro

G. G. Marengo dis.

Torino Lit. F.lli Doyen

M. BARETTI
CARTA
ORO-IDRO STRATIGRAFICA
DELLE
ALPI GRAIE SETTENTRIONALI
(Versante italiano)
Segni convenzionali
Valli, tratti di valli e valloni perpendicolari all'andamento degli strati
Valli, tratti di valli e valloni paralleli all'andamento degli strati
Valli, tratti di valli e valloni obliqui all'andamento degli strati
Andamento stratigrafico dei terreni cristallini antichi
Andamento stratigrafico dei terreni cristallini recenti
Andamento stratigrafico dei terreni antraciliferi
Andamento stratigrafico dei terreni secondari ?
Scala di m. 0,0075 per 100 metro
G. G. Marengo dis.
Torino Lit. F.lli Doyen
N
Entrèves
M. Chetif
La Saxe
Courmayeur
Val Veni
Lac Combo
Allée Blanche
Tête de l'Arp
V. de l'Arp
Grammont
Pré S. Didier
Morgex
Dora Baltea
Derby
Colle Chavannes
P. Lechaud
Col Broglio
Mont Broglio
M. Favre
V. Orgère
Valle della Thuille
La Thuille
Lac Verney
Lance Branlette
P. Valaisan
P. Rousse
M. Paramont
Revers
Liverogne
Villeneuve
Introd
V. de Freche
Rhêmes S. George
Becca Chanin
Bec du Lac
Col Sachère
Col du Mont
Becca Toss
Becca d'Aramont
Valgrisenche
Valle di Rhêmes
P. l'Archeboue
Becca Invergnan
Rhêmes N. D.
Becca Percia
Col Serra
P. Gaudaletta
Savaranche
Mont Sassière
Glacier de Sassière
Col Bassac
Granta Parei
P. de Calabre
Colle Nivolet
Vallon Rosset
Pont

M. BARETTI

CARTA

DELLE

ALPI GRAIE SETTENTRIONALI

(Versante italiano)

durante il periodo glaciale

Entrèves
Val Veni
M. Chetif
La Saxe
Dollone
Courmayeur
Lac Combal
Allée Blanche
V. de l'Arp
Pré S.t Didier
Morgex
Dora Baltea
Derby
M. Fortin
M. Favre
Colle Chavannes
P. Lechaud
G. Chavannes
G. du Breuil
Col Broglio
G. du Bruglie
M. Ganetta
Mont Broglio
Combe de Biolette
Torverà de Broglio
G. Grierey
Lac Verney
Lance Branlette
Colle P. S. Bernardo
P. Palaisan
P. Rousse
Col de la Loys
Blanche
Valle della Thuille
Thuille
des Chavannes
V. Orgève
Vallon de Trava
Vallon du Ruitor
Combe des Pontelles
Lac Ruitor
Glacier de
V. d'en haut
V. de Fròche
Paramont
Planaval
Les Envergneuses
Revers
Villeneuve
Introd
Liverogne
Rhêmes S. George
Becca Chanin
L'Assaly

Segni convenzionali

Ghiacciai odierni.

Aree occupati dai ghiacciai antichi.

Cascate di ghiaccio

Aree occupate da morene si antiche che moderne

Scala di 0,0075 per chilometri

G. G. Marengo dis.

Torino Lit. F.lli Doyen

M. BARETTI
CARTA
DELLE
ALPI GRAIE SETTENTRIONALI
(Versante italiano)
durante il periodo glaciale
Segni convenzionali
Ghiacciai odierni.
Aree occupati dai ghiacciai antichi.
Cascate di ghiaccio
Aree occupate da morene si antiche che moderne
Scala di 0,0075 per chilometri
Entrèves
Val Veni
La Saxe
Dollone
Courmayeur
Pré S.t Didier
Morgex
Dora Baltea
Derby
Villeneuve
Introd
Valle della Thuille
Thuille
Lac Rutor
Paramont
P.t Valaisan
P.t Rousse
P.t Lechaud
Col Broglio
Mont Broglio
Lance Branlette
P. Loydon
Valgrisanche
Becca d'Aouti
P.t l'Archeboue
Becca Pertud
Col Serru
Mont Sassière
Glacier de Sassière
Glacier de Foos
Glacier du Chalet
Col Bassac
Glacier Bassac
Granta Parei
Col Rema
P.te Calabre
Glacier Bassagne
Colle Nivolet
Valle di Rhemes
Rhemes N.D.
Valle della Savaranche
Savaranche
Pont
N
G. G. Marengo dis.
Torino Lit. F.lli Doyen

I. Sezione del clinale divisorio tra le valli di Rhêmes e della Savara per Rhêmes S. George e Fenil (Valsavaranche).

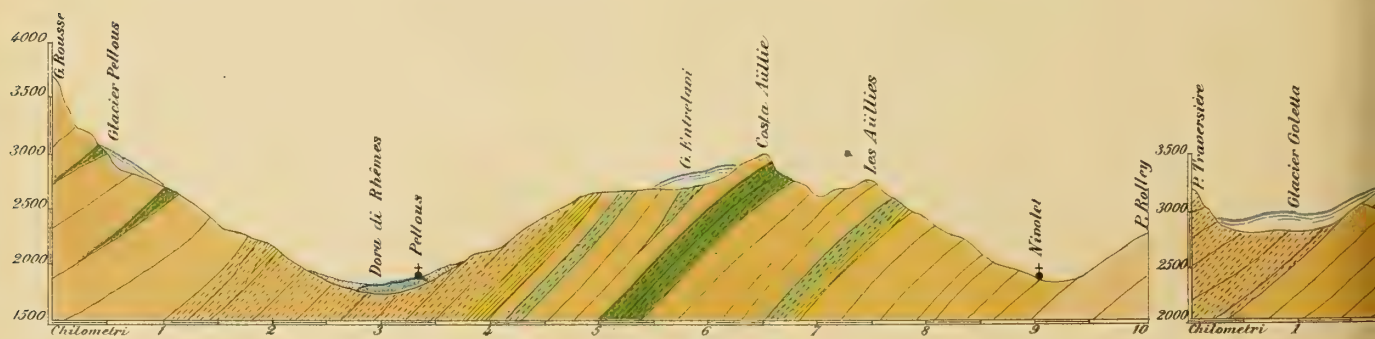
Direzione della sezione - Ovest 50° Nord ⟶ Est 50° Sud.

Strati - Direzione Ovest 10° Sud a Est 10° Nord - Inclinazione ad Ovest 75° Nord di 28° a 40°

II. Sezione sul clinale divisorio tra le valli di Rh da sopra Champ Prémont per Introd alla

Direzione della sezione - Nord 4° Est

Strati - Direzione Ovest 10° Sud a Est 10° Nord - Inclinazio

IV. Sezione dalla Grande Rousse per Pellous, Entrelavi, Nivolet alla Rolley in Valsavaranche.

V. Sezione

Direzione della Sezione - Ovest 35° Nord ⟶ Est 35° Sud.

Strati - Direzione media Nord 25° Est a Sud 25° Ovest - Inclinazione ad Ovest 30° Nord da 30° a 45°

Strati secondarii

Roccie cristalline - Direzione

VII. Sezione dalla costiera del Ruitor alla Becca di Pissau per il ghiacciaio di Chateau Blanc e Bethaz.

Direzione della Sezione - Ovest 22° Nord ⟶ Est 22° Sud.

Strati - Direzione Nord 45° Est - Sud 45° Ovest - Inclinazione generale ad Ovest 35° Nord di 0° a 20°

VIII. Sezione dalla Testa del Ruitor alla Be

Direzione della Sezione - Ovest 3

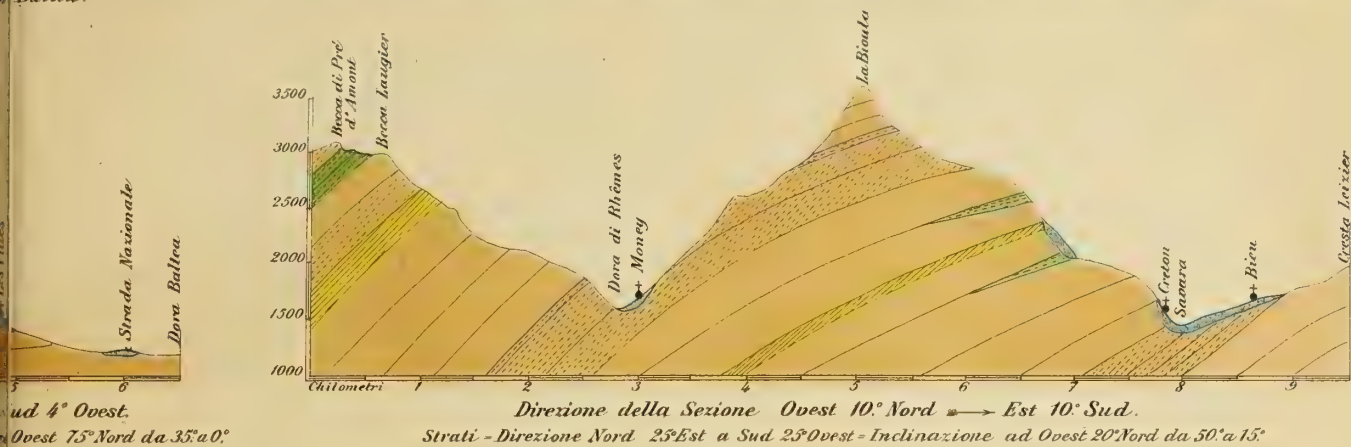
Strati - Direzione Nord 45° Est - Sud 45° Ovest - In

III. Sezione dalla Becca di Pré d'Amont per la Bioula a Créton e Leizier in Val Savaranche.

ud 4° Ovest.

Ovest 75° Nord da 35° a 0°.

Direzione della Sezione Ovest 10.° Nord ⟶ Est 10.° Sud.

Strati - Direzione Nord 25° Est a Sud 25° Ovest = Inclinazione ad Ovest 20° Nord da 50.° a 15.°

ro della Traversière per la Granta Parey alla pianura del Nivolet.

VI. Sezione dalla Tête Ronde alla costiera Chanim per Chamençon.

zione della Sezione - Ovest 3.° Sud ⟶ Est 3.° Nord.

ione Nord 20.° Est a Sud 20.° Ovest = Inclinazione ad Ovest 15.° Nord 25.° a 45.° gr.

sa tra Sud 35.° Ovest - Nord 35.° Est e Sud - Nord = Inclinazione ad Ovest 35.° Nord e ad Ovest da 35.° a 40.°

Direzione della Sezione - Ovest 42.° Nord ⟶ Est 42.° Sud.

Strati - Direzione Nord 65.° Est - Sud 65.° Ovest = Inclinazione ad Ovest 50.° Nord da 15.° a 25.°

IX. Sezione dalla Gran Becca du Mont alla Grande Rousse o Becca d'Invergnun.

⟶ Est 30.° Sud

ne generale a Nord Ovest di 0.° a 30.°

Direzione della Sezione - Ovest 31.° Sud ⟶ Est 31.° Nord

Strati - Direzione - Nord 30.° Est - Sud 30.° Ovest = Inclinazione generale a Nord Ovest di 0.° a 40.°

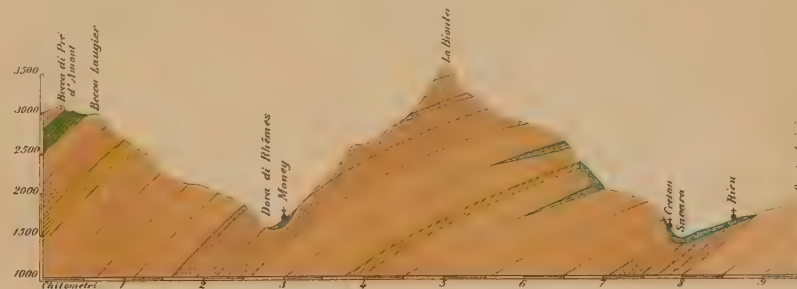
Torino, Lit. F.lli Doyen

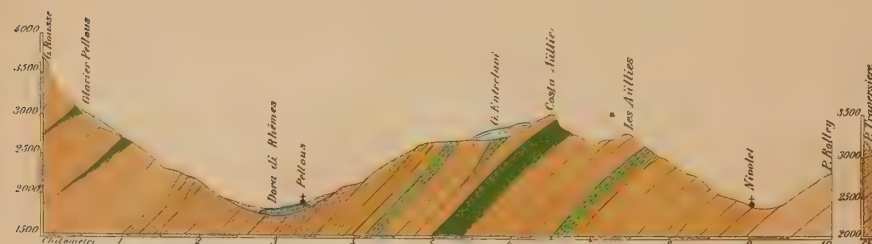
I. Sezione del clinale divisorio tra le valli di Rhêmes e della Savara per Rhêmes S. George e Fenil (Valsavaranche).

Direzione della sezione - Ovest 50° Nord → Est 50° Sud.
Strati - Direzione Ovest 10° Sud a Est 10° Nord - Inclinazione ad Ovest 75° Nord di 28° a 40°

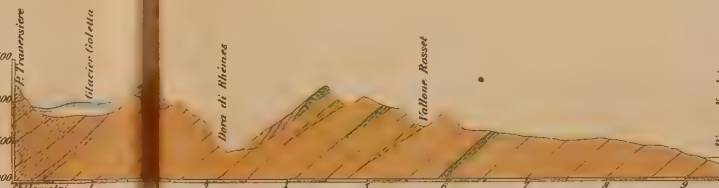
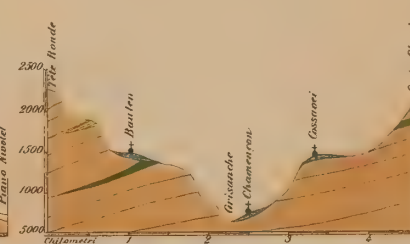
II. Sezione sul clinale divisorio tra le valli di Rh... della Savara da sopra Champ Prémont per Introd all... Baltea.

Direzione della sezione - Nord 4° Est → ...d 4° Ovest.
Strati - Direzione Ovest 10° Sud a Est 10° Nord - Inclinazio... Ovest 75° Nord da 35° a 0°.

III. Sezione dalla Becca di Pré d'Amont per la Bioula a Créton e Leizier in Val Savaranche.

Direzione della Sezione Ovest 10° Nord → Est 10° Sud.
Strati - Direzione Nord 25° Est a Sud 25° Ovest - Inclinazione ad Ovest 20° Nord da 50° a 15°.

IV. Sezione dalla Grande Rousse per Pellous, Entrelavi, Nivolet alla Rolley in Valsavaranche.

V. Sezione ...ro della Traversière per la Oranta Parey alla pianura del Nivolet.

VI. Sezione dalla Tête Ronde alla costiera Chanin per Chamençon.

Direzione della Sezione - Ovest 35° Nord → Est 35° Sud.
Strati - Direzione media Nord 25° Est a Sud 25° Ovest - Inclinazione ad Ovest 30° Nord da 30° a 45°

...zione della Sezione - Ovest 3° Sud → Est 3° Nord.
Strati secondari ...ione Nord 20° Est a Sud 20° Ovest - Inclinazione ad Ovest 15° Nord 25° a 45° gr.
Roccie cristalline Direzion... tra Sud 35° Ovest - Nord 35° Est e Sud - Nord - Inclinazione ad Ovest 35° Nord e ad Ovest da 35° a 40°

Direzione della Sezione - Ovest 42° Nord → Est 42° Sud.
Strati - Direzione Nord 65° Est - Sud 65° Ovest - Inclinazione ad Ovest 50° Nord da 15° a 25°

VII. Sezione dalla costiera del Ruitor alla Becca di Pissau per il ghiacciaio di Chateau Blanc e Bethaz.

Direzione della Sezione - Ovest 22° Nord → Est 22° Sud.
Strati - Direzione Nord 45° Est - Sud 45° Ovest - Inclinazione generale ad Ovest 35° Nord di 0° a 20°

VIII. Sezione dalla Testa del Ruitor alla Be... Pré d'Amont per Menthieu.

Direzione della Sezione - Ovest 3... → Est 30° Sud.
Strati - Direzione Nord 45° Est - Sud 45° Ovest - In...e generale a Nord Ovest di 0° a 30°

IX. Sezione dalla Gran Becca du Mont alla Grande Rousse o Becca d'Invergnan.

Direzione della Sezione - Ovest 31° Sud → Est 31° Nord.
Strati - Direzione Nord 30° Est - Sud 30° Ovest - Inclinazione generale a Nord Ovest di 0° a 40°

Torino, Lit. F.lli Doyen

XV. Sezione dal Pont Taillaud al Picco N. 4. (Ruitor)

Direzione della Sezione - Ovest 48.° Nord ⟶ Est 48.° Sud.

Strati - Direzione Sud 60.° Ovest ⟶ Nord 60.° Est - Incl.e a Sud 30.° Est da 15.° a 40.° - Incl.e a Nord 30.° Ovest da 25.° a 75.°

XIV. Sezione dal Fortino alla Tête du Ruitor

Direzione della Sezione - Ovest 50.° Nord ⟶ Est 50.° Sud.

e Sud 60.° Ovest - Nord 60.° Est - Inclinazione a Sud 30.° Est da 25.° a 45.° | Inclin.e a Nord 30.° Ovest da 20.° a 70.°

e Arley.

Inclinazione a Nord 30.° Ovest da 35.° a 65.°

XVI. Sezione dalle Terres Noires al Mont Colmet

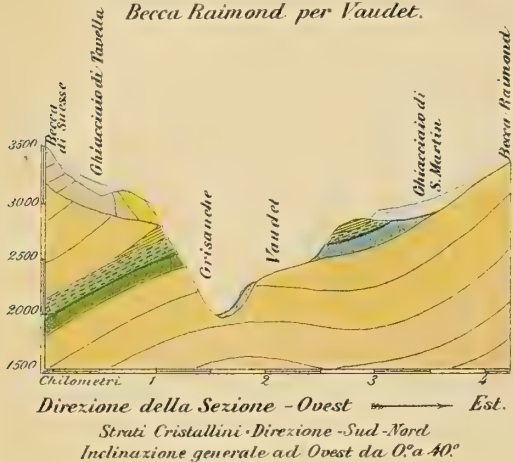
Direzione della sezione Ovest 14.° Sud ⟶ Est 14.° Nord.

Torino, Lit. F.lli Doyen

X. Sezione dalla Becca di Suesse alla Becca Raimond per Vaudet.

Direzione della Sezione - Ovest ⟶ Est.

Strati Cristallini - Direzione - Sud - Nord

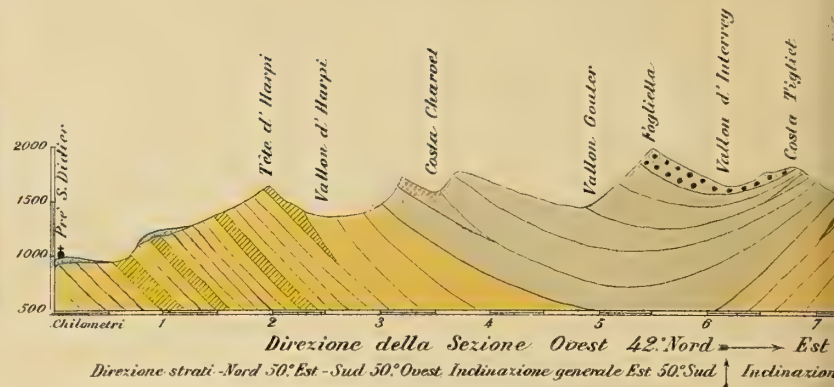
Inclinazione generale ad Ovest da 0.° a 40.°

XI. Sezione da Prè S.t Didier alla Tête Ronde.

Direzione della Sezione Ovest 42.° Nord ⟶ Est 42.° Sud.

Direzione strati - Nord 50.° Est - Sud 50.° Ovest. Inclinazione generale Est 50.° Sud | Inclinazione generale Ovest 50.° Nord.

XV. Sezione dal Pont Taillaud al Picco N.° 4. (Ruitor)

Direzione della Sezione - Ovest 48.° Nord ⟶ Est 48.° Sud.

Strati - Direzione Sud 60.° Ovest ⟶ Nord 60.° Est - Incl.e a Sud 30.° Est da 15.° a 40.° - | Incl.e a Nord 30.° Ovest da 25.° a 75.°

XII. Sezione dal Colle della Croix al Saut de Pit

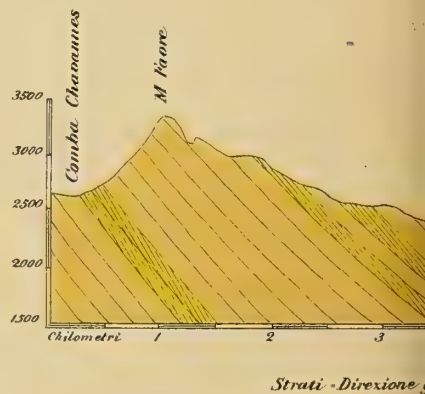
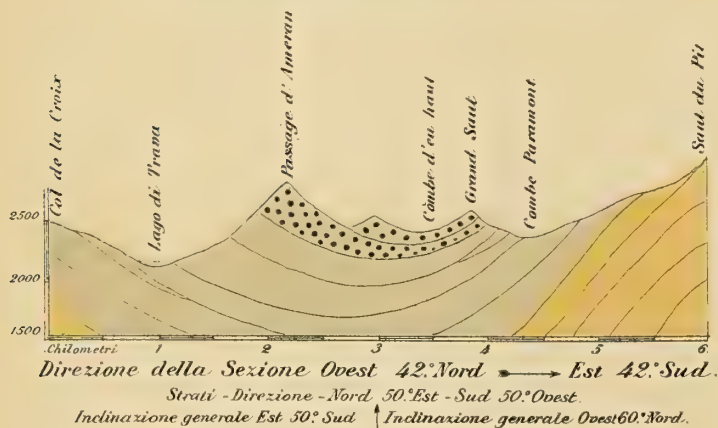
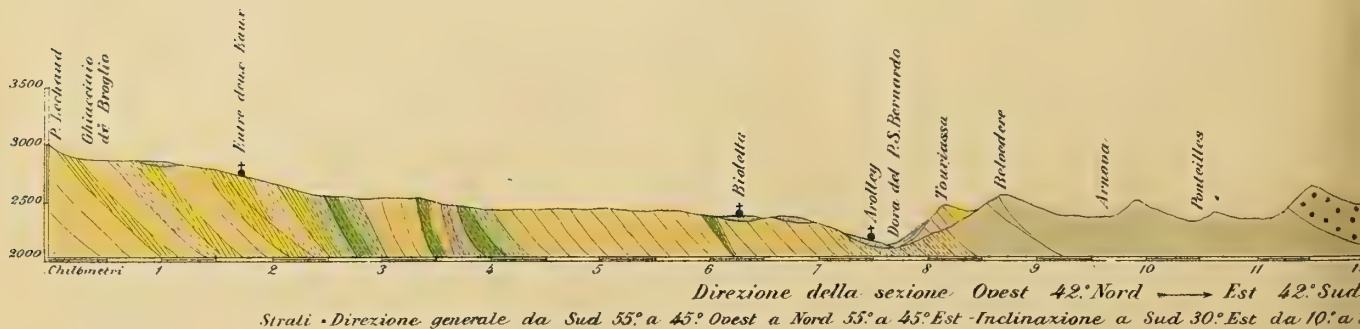
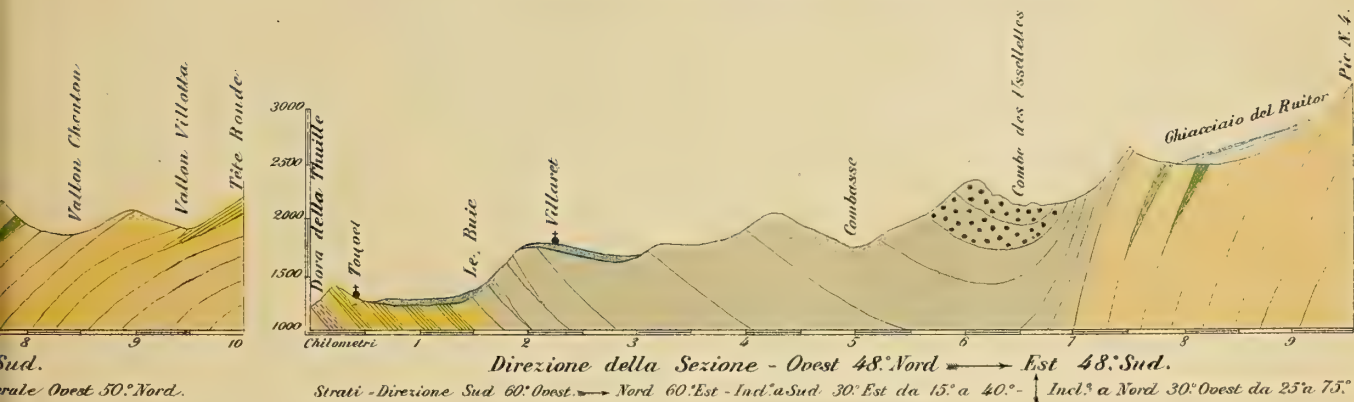
Direzione della Sezione Ovest 42.° Nord ⟶ Est 42.° Sud.

Strati - Direzione - Nord 50.° Est - Sud 50.° Ovest.

Inclinazione generale Est 50.° Sud | Inclinazione generale Ovest 60.° Nord.

XIV. Sezione dal Fortino alla Tête du Ruitor

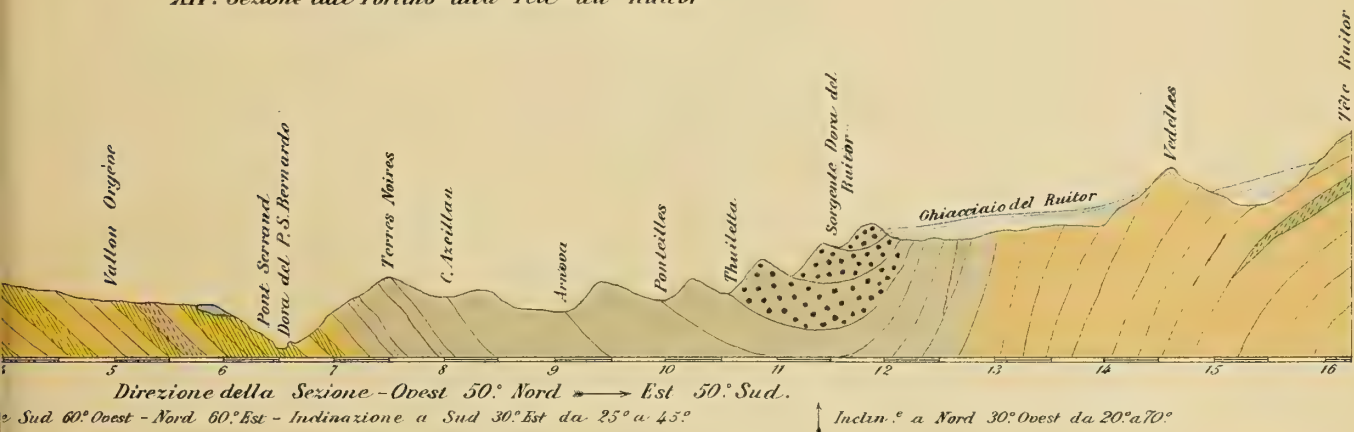
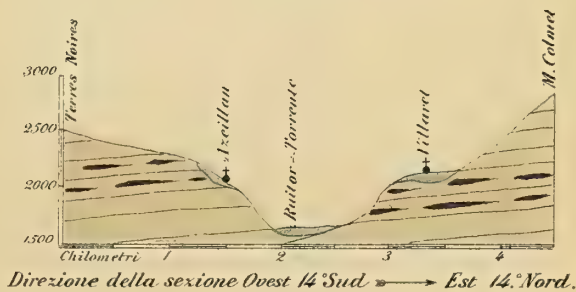
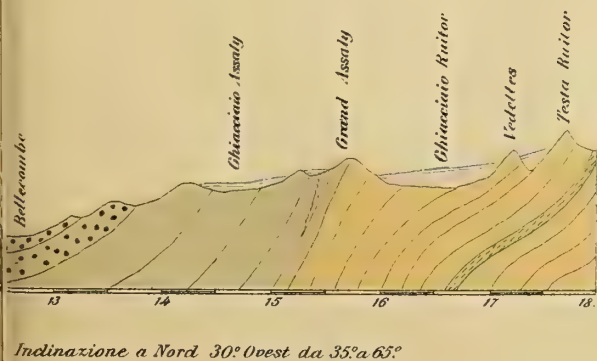
Direzione della Sezione - Ovest 50.° Nord ⟶ Est 50.° Sud.

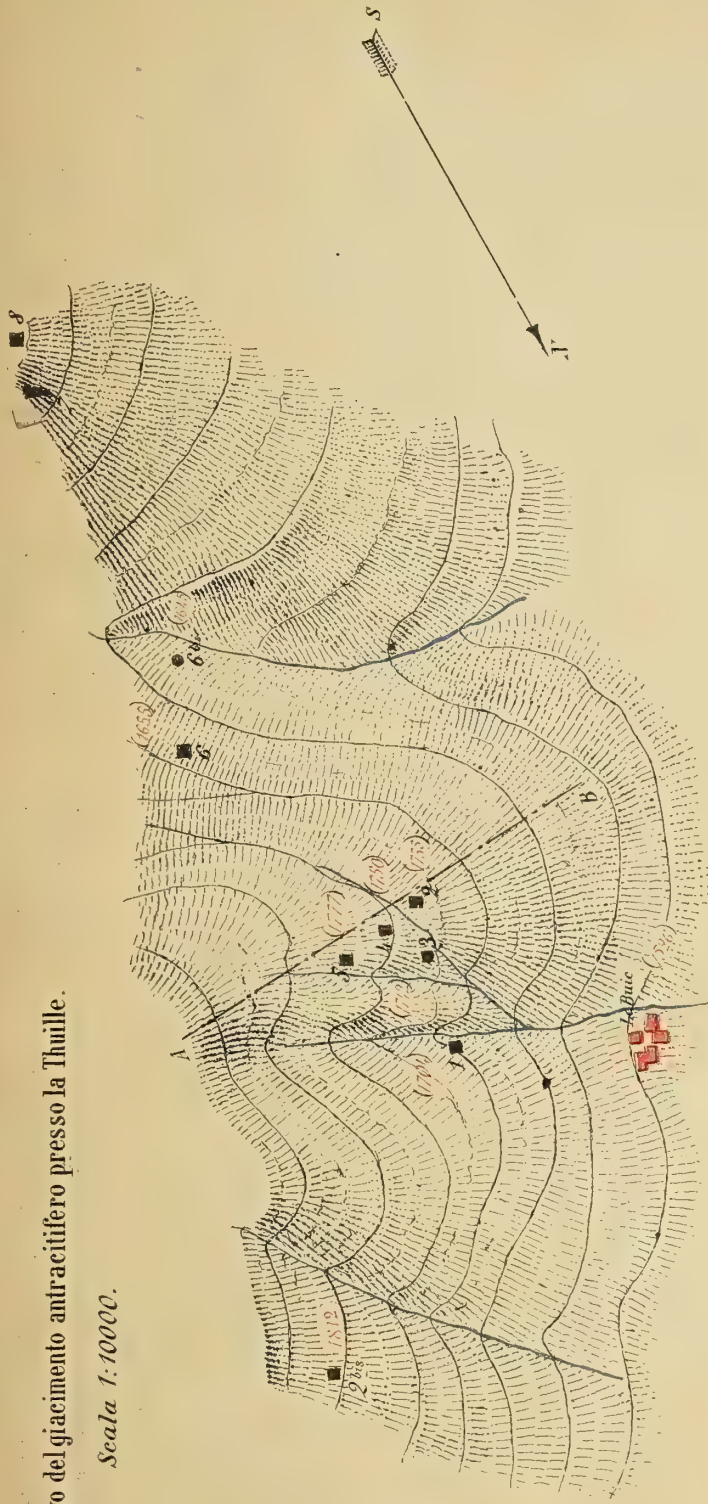
Strati - Direzione Sud 60.° Ovest - Nord 60.° Est - Inclinazione a Sud 30.° Est da 25.° a 45.° | Inclin.e a Nord 30.° Ovest da 20.° a 70.°

XIII. Sezione dalla Tête du Ruitor alla Pointe Lechaud per Biolella Arley.

Direzione della sezione Ovest 42.° Nord ⟶ Est 42.° Sud.

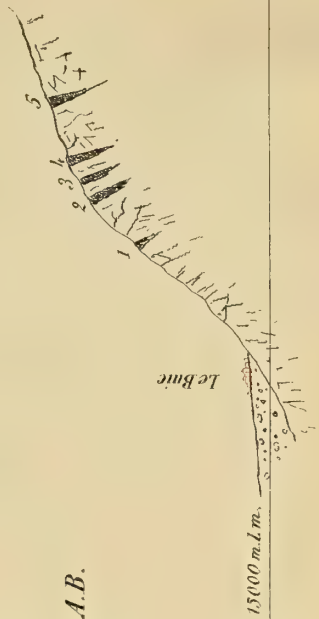
Strati - Direzione generale da Sud 55.° a 45.° Ovest a Nord 55.° a 45.° Est - Inclinazione a Sud 30.° Est da 10.° a ... | Inclinazione a Nord 30.° Ovest da 35.° a 65.°

XVI. Sezione dalle Terres Noires al Mont Colmet

Direzione della sezione Ovest 14.° Sud ⟶ Est 14.° Nord.

Torino, Lit. F.lli Doyen

M. Baretti _ Piano dimostrativo del giacimento antracitifero presso la Thuille.

Scala 1:10000.

Quadro indicazioni

N°	Denominazione	Direzione	Inclinazione
1	*Buie*	*E. 20°S.*	*27°S.*
2	*Cretaz*	*N. 55°E.*	*30°S.*
2bis	*Tronchée*	*N. 75°E.*	*26°S.*
3	*Cretaz*		
4	*Cretaz*	*N. 40°E.*	*21°S.*
5	*Cretaz*	*N. 63°E.*	*40°S.*
6	*Nouvelle Sarazin*	*N. S.*	*23°E.*
6bis	*Ancienne Sarazin*		
7	*Villaret*		
8	*Villaret*		

Torino, Lit. F.lli Doyen

IL MONTE FAVRE
dal Sud-Est
riprodotto dall' atlante del Sig. Favre dal pittore A. Baldnino

Torino Lit. F.lli Doyen

IL LAGO DEL RUTOR, IL GHIACCIAIO DEL RUTOR E IL GRANDE E PICCOLO ASSALY
dalla cappella di Santa Margherita
Riproduzione dall'atlante del Sig. Favre eseguita dal pittore A. Balduino

INDICE DEL VOLUME III.° SERIE 3.ª

Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali